This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

DO NOT REMOVE
OR
MUTILATE CARD

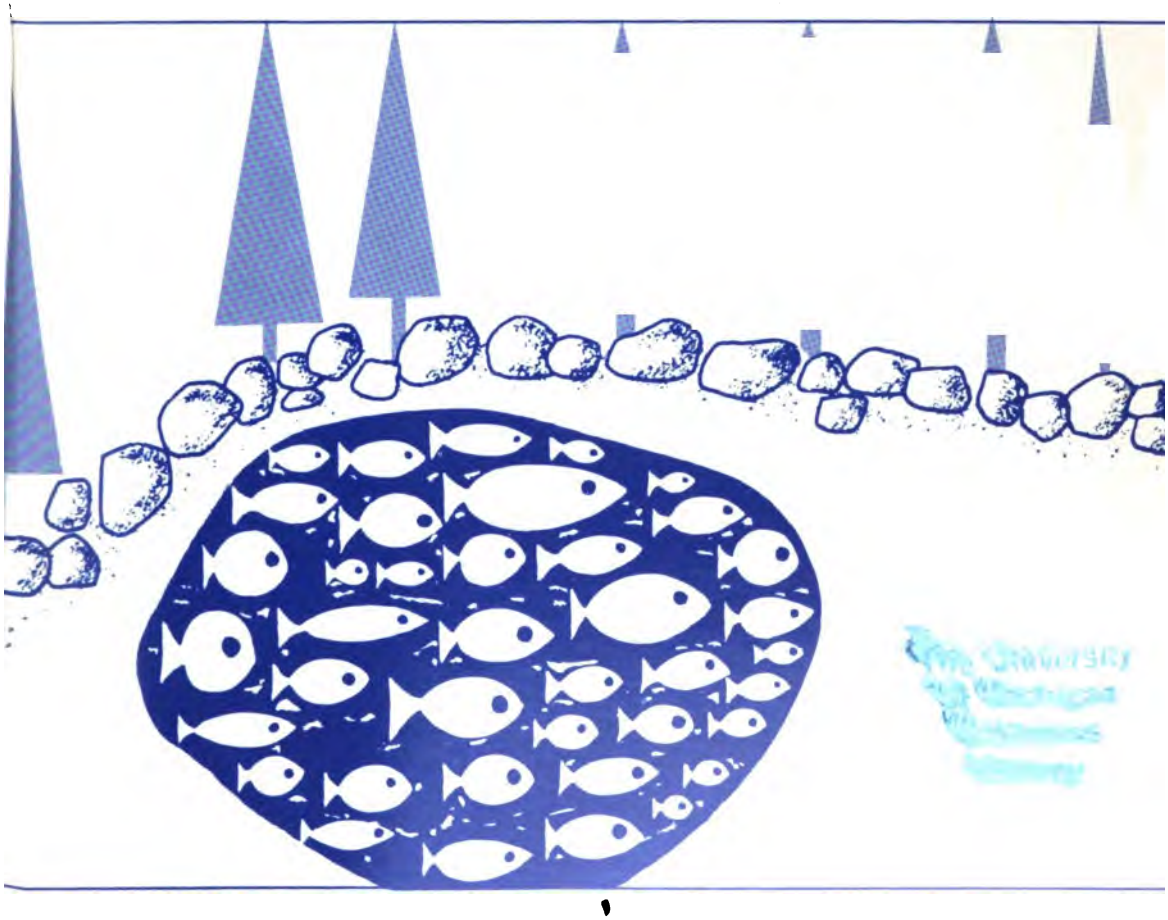
THE UNIVERSITY OF MICHIGAN LIBRARIES 1817

H
1285
105
1

Volume 105,
numéro 1,
janvier-février 1978

e naturaliste canadier

revue d'écologie et de systématique



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université L

DO NOT REMOVE
OR
MUTILATE CARD

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN · LIBRARIES · 1817

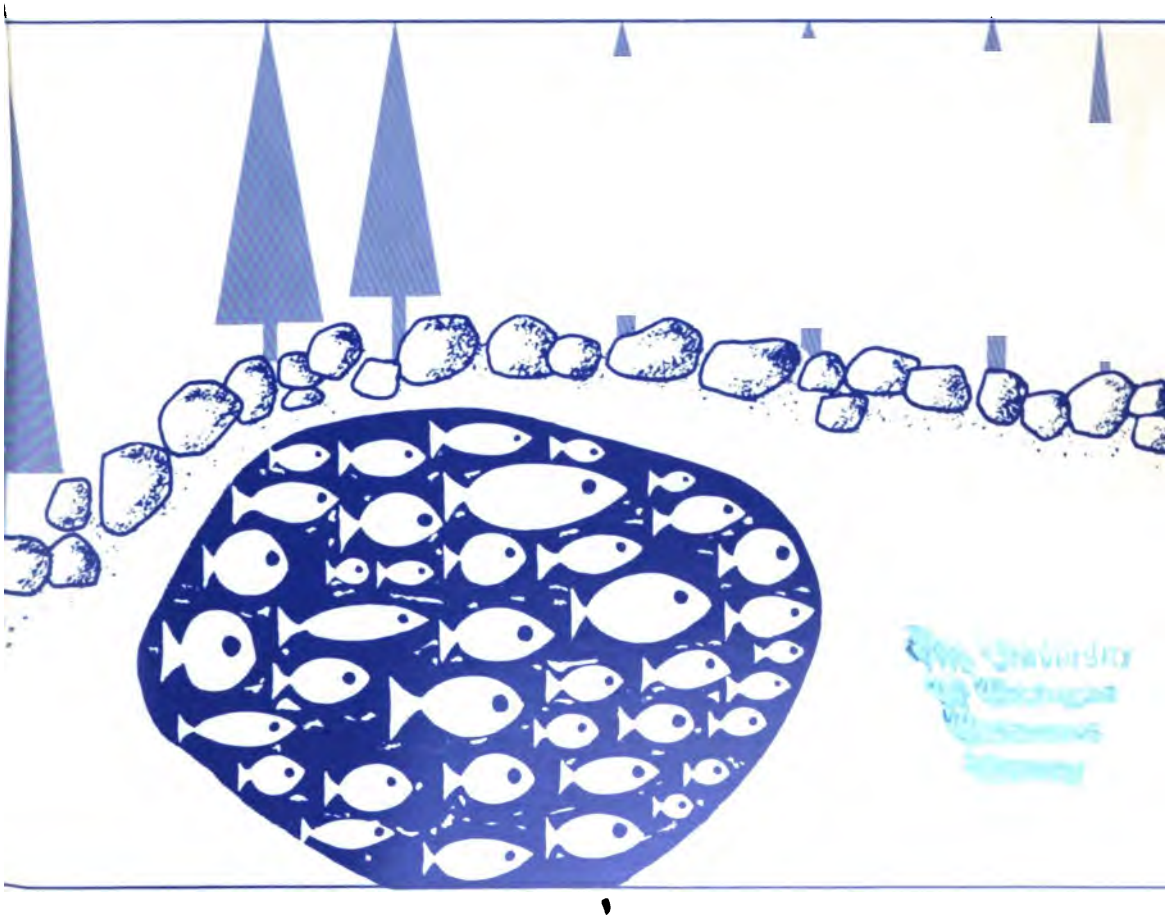
THE UNIVERSITY OF MICHIGAN · LIBRARIES

H
1.285
.105
.1

Volume 105,
numéro 1,
janvier-février 1978

e naturaliste canadien

revue d'écologie et de systématique



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université

LE NATURALISTE CANADIEN

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR
G.-WILFRID CORRIVAULT

DIRECTEUR-ADJOINT
MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE
GUY LACROIX

SECRÉTAIRE-ADJOINT
PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*
RENÉ BÉIQUE, *Direction générale de la conservation, Ministère des terres et forêts, Québec*
JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie et du commerce, Québec*
BERNARD BERNIER, *Université Laval*
PAUL BERTHET, *Faculté des sciences de Lyon*
PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*
MICHEL DELSOL, *Faculté catholique de Lyon*
LLOYD M. DICKIE, *Institut d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*
ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*
PAUL GERVAIS, *Université Laval*
ROGER HEIM, *Muséum national d'histoire naturelle de Paris*
WILLIAM S. HOAR, *Université de la Colombie-Britannique*
ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*
VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*
ERNEST LEPAGE, *Saint-Simon, Rimouski*
TREVOR PLATT, *Laboratoire d'écologie marine, Institut océanographique de Bedford, Dartmouth, N. E.*
GASTON MOISAN, *Service de la faune du Québec*
W.E. RICKER, *Office des recherches sur les pêcheries du Canada*
D. M. ROSS, *Université d'Alberta*
HENRI TINTANT, *Faculté des sciences de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction):

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec G1K 7R4

Abonnement annuel

personnel: $15.00 — collectif: $27.00 (multi-user) — le numéro: $4.00
Étranger: $18.00 — numéros spéciaux: $10.00

Publication bimestrielle de l'Université Laval, LE NATURALISTE CANADIEN accepte des **articles inédits**, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée (agronomique, forestière), de la systématique, de la morphologie ou des sciences de la terre.

De brèves **communications scientifiques** seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas excéder 1,500 mots, titre et bibliographie compris.

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétariat de la rédaction,** LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Québec G1K 7P4, Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Conseil national de recherches du Canada et du Ministère de l'éducation du Québec.

Répertorié dans Current Contents, Biological Abstracts et Périodex.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768

Dépôt légal — Premier trimestre 1978. Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 janvier-février 1978 Numéro 1

CROISSANCE, REPRODUCTION ET RÉGIME ALIMENTAIRE DES TOULADIS *SALVELINUS NAMAYCUSH* (WALBAUM) DU NORD DU QUÉBEC

Étienne MAGNIN, Anne-Marie CLÉMENT

Département des sciences biologiques
Université de Montréal, C.P. 6128, Montréal, H3C 3J7

et

Vianney LEGENDRE

Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche,
Service de la recherche, 5075, rue Fullum, Montréal,

Résumé

La lecture de l'âge a été faite sur les otolithes de 686 *Salvelinus namaycush* provenant des bassins hydrographiques de la Rupert, de La Grande Rivière, de la Grande rivière de la Baleine, de la Petite rivière de la Baleine et de la Caniapiscau situés entre 50° et 55° de latitude Nord. La croissance en longueur et en masse peut être schématisée ainsi: 30 cm et 180 g à 5 ans, 50 cm et 925 g à 10 ans, 60 cm et 2100 g à 20 ans, 80 cm et 4000 g à 30 ans. La longévité peut être supérieure à 45 ans. La croissance ainsi que la relation masse-longueur, la condition, la fécondité, l'âge à la maturité sexuelle et le régime alimentaire ont été comparés à ceux observés ailleurs au Canada. Les effets possibles de la création de lacs de barrage ont été aussi considérés.

Abstract

Age was determined in the otoliths of 686 *Salvelinus namaycush* from drainage basin of Rupert, La Grande Rivière, Grande rivière de la Baleine, Petite rivière de la Baleine et Caniapiscau rivers between latitudes 50° et 55° North. Length and weight growth can be described in that manner: 30 cm and 180 g at 5 years of age, 50 cm and 925 g at 10 years, 60 cm and 2100 g at 20 years, 80 cm and 4000 g at 30 years. Longevity may reach the age of 45 years. Growth, length-weight relationship, condition, fecundity, sexual maturity and feeding were compared with those observed in other parts of Canada. The possible effects of impondment were also considered.

Introduction

Au cours des années 1973 à 1976, les biologistes du Service Environnement de la Société d'énergie de la Baie James ont pris 945 touladis *Salvelinus namaycush* (Walbaum) dans différents lacs et rivières qui se jettent dans la baie de James, la baie d'Hudson et la baie d'Ungava. Comme ils avaient prélevé, sur de nombreux spécimens, des structures osseuses pour la lecture de l'âge, des glandes génitales pour l'évaluation de la fécondité et des contenus stomacaux pour l'étude du régime alimentaire, nous avons pensé qu'il serait intéressant d'analyser ces données. Les touladis sont en effet présents un peu partout dans ce territoire. Une meilleure connaissance de leur biologie permettra d'évaluer les effets de la construction des lacs de barrage sur cette espèc

très recherchée par les pêcheurs sportifs ou par la population indigène; elle permettra aussi de prendre des mesures pour la conserver ou même améliorer ses conditions d'existence.

Matériel et méthodes

Les 945 touladis capturés de 1973 à 1976 proviennent des bassins hydrographiques de La Grande Rivière (468), de la Caniapiscau (312), de la Rupert (82), de la Grande rivière de la Baleine (35), de la Petite rivière de la Baleine (19) et de l'Eastmain (9). La figure 1 donne l'emplacement des stations d'échantillonnage et la figure 2 représente les histogrammes de fréquence des individus pêchés dans les divers bassins.

Nous avons fait la lecture de l'âge sur les otolithes de 686 individus provenant de La Grande Rivière (406), de la Caniapiscau (164), de la Rupert (68), de la Grande rivière de la Baleine (25), de la Petite rivière de la Baleine (16) et de l'Eastmain (7). Nous n'avons pu cependant déterminer l'âge avec certitude que sur 582 otolithes. En éclairage diascopique, nous apercevons un noyau translucide d'environ 0,5 mm entouré par une large zone opaque qui se forme durant la première année de croissance. La première zone étroite transparente qui lui fait suite est considérée comme le premier annulus. Nous dessinons l'otolithe à la chambre claire au grossissement X30 avec les annuli (fig. 3). Nous mesurons le rayon R de l'otolithe et les

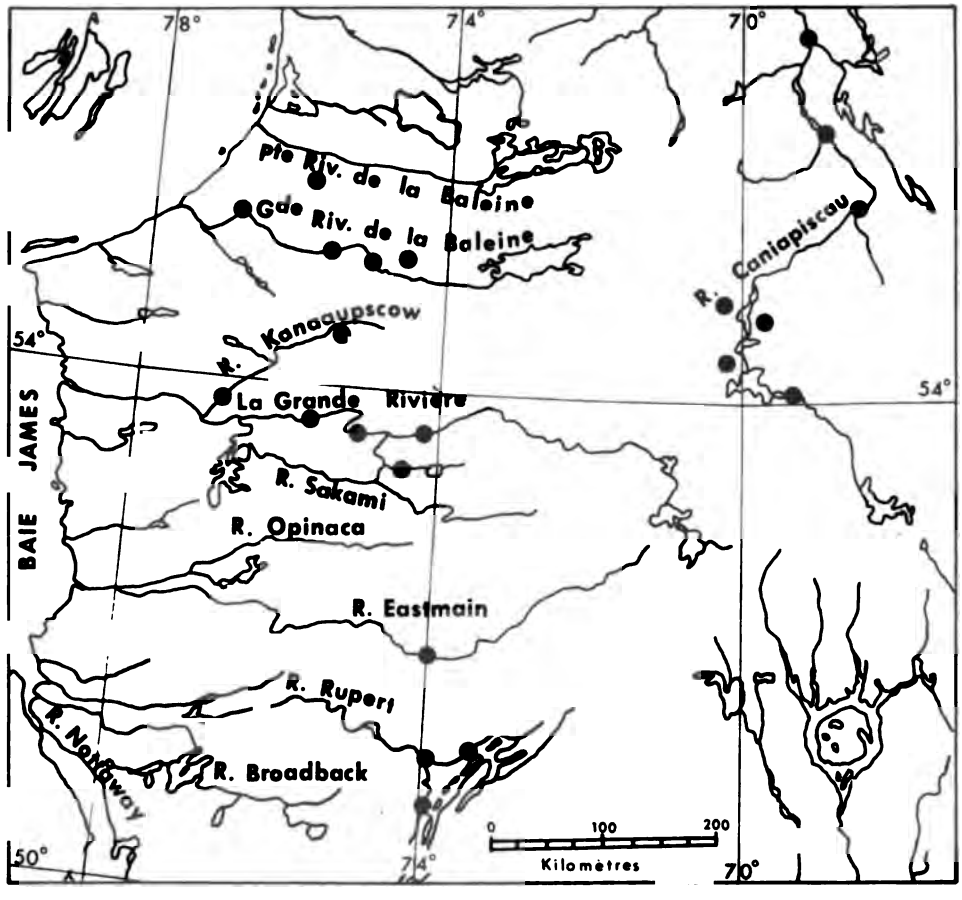


Figure 1. Lieux d'échantillonnage du touladi.

81 2 1
4AA 013 c
QUALITY CONTROL MARK
206:

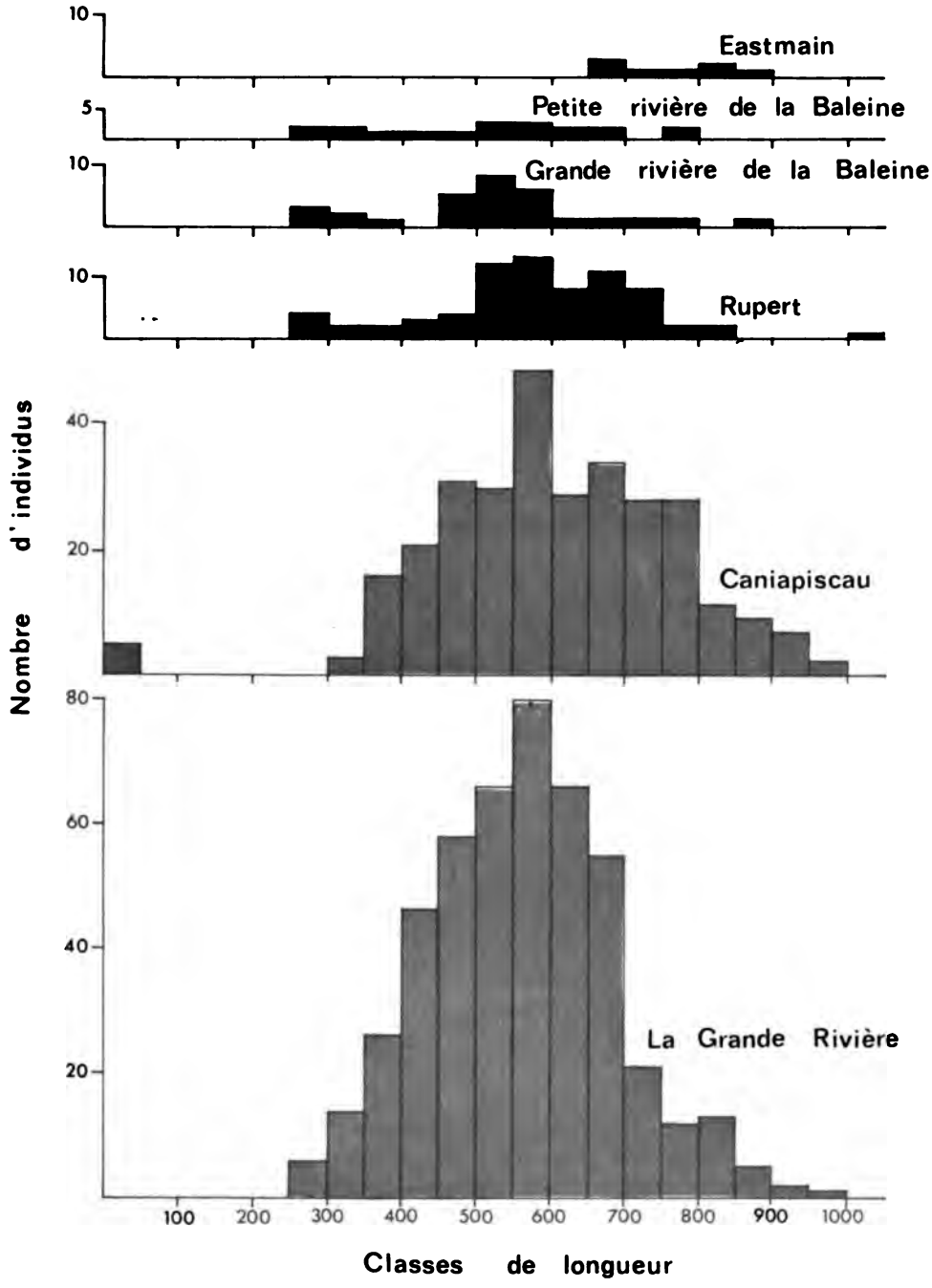


Figure 2. Histogrammes de fréquence des tailles des touladis dans les divers bassins hydrographiques.

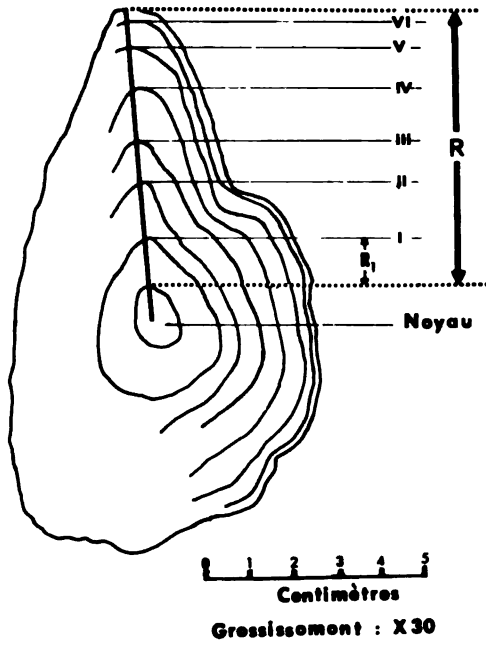


Figure 3. Dessin à la chambre claire de l'otolithe d'un touladi de 36 cm appartenant au groupe d'âge VI.

rayons R_1, R_2... des annuli. La relation entre la longueur totale (L) du poisson et le rayon R de l'otolithe est de la forme

$$\log L = 0{,}325 + 1{,}245 \log R \ (r = 0{,}989)$$

Le coefficient 1,245 est significativement différent de l'unité. L'équation précédente permet de rétrocalculer la longueur qu'avaient les individus lors de la formation des divers annuli, opération que nous avons été obligés de faire car nous n'avions pas de spécimens jeunes. Sur les 582 otolithes examinés, 61 étaient partiellement brisés et n'ont pas pu être utilisés pour le rétrocalcul; celui-ci n'a donc pu être fait que sur 521 spécimens.

Pour l'étude de la croissance en masse, nous avons d'abord calculé l'équation de régression donnant le logarithme de la masse en fonction du logarithme de la longueur totale. Cette équation nous a permis d'estimer la masse moyenne des touladis aux différents groupes d'âge à partir des résultats obtenus pour la croissance en longueur. Nous avons ensuite calculé deux coefficients de condition

$$C_1 = \frac{M \times 10^5}{a\,L^b} \text{ et } C_2 = \frac{(M - G)\,10^5}{a\,L^b}$$

M étant la masse du poisson, G la masse des gonades et a L_b la valeur de la masse M en fonction de la longueur L.

Deux aspects seulement de la reproduction ont été étudiés: la fécondité et la maturité sexuelle. Le nombre d'œufs arrivés à maturité dans les deux ovaires a été estimé par le comptage direct chez trente femelles et par méthode pondérale chez quinze autres. Dans ce dernier cas, l'erreur variait de 1 à 10 pour cent. L'âge et la taille à la maturité sexuelle ont été définis suivant le pourcentage de mâles ou de femelles ayant atteint la maturité par rapport au nombre de mâles ou de femelles immatures.

Trois méthodes ont été utilisées pour l'analyse des contenus stomacaux: le dénombrement des proies, la méthode d'occurrence des fréquences donnant le pourcentage de poissons ayant utilisé tel type de nourriture, et la méthode pondérale donnant la masse des organismes appartenant aux divers groupes taxonomiques en pourcentage de la masse totale des organismes trouvés dans tous les contenus stomacaux.

Résultats

CROISSANCE EN LONGUEUR

L'absence de différence significative dans la croissance entre les mâles et les femelles d'une part et entre les individus trouvés dans les divers bassins hydrographiques d'autre part nous a amenés à étudier la croissance des touladis dans l'ensemble du territoire étudié.

Nous avons en effet comparé par un test de «t» de Student les longueurs moyennes rétrocalculées aux divers annuli de 336 mâles et femelles provenant

de divers bassins hydrographiques. Nous n'avons trouvé aucune différence significative (P = 0,05) jusqu'à l'âge de 25 ans. On peut donc penser que les touladis mâles et femelles ont le même taux de croissance durant une grande partie de leur vie.

Pour comparer la croissance des touladis dans les divers bassins hydrographiques, nous avons calculé les équations donnant les logarithmes des longueurs totales (L) en fonction du logarithme de l'âge (t). Nous avons obtenu les équations suivantes:

log L = 1,941 + 0,707 log t, avec r = 0,974, dans la Caniapiscau
log L = 1,894 + 0,731 log t, avec r = 0,981, dans La Grande Rivière
log L = 1,888 + 0,744 log t, avec r = 0,970, dans la Rupert
log L = 1,833 + 0,786 log t, avec r = 0,979, dans la Grande rivière de la Baleine.
log L = 1,885 + 0,767 log t, avec r = 0,981, dans la Petite rivière de la Baleine.

Une analyse de covariance montre qu'il n'y a aucune différence significative (P = 0,05) entre les pentes de ces équations et leur position. On peut donc dire que la croissance des touladis est la

TABLEAU I

Croissance en longueur totale (LT) des touladis des bassins hydrographiques de la Caniapiscau, de La Grande Rivière, de la Rupert, de la Grande rivière de la Baleine et de la Petite rivière de la Baleine. N, nombre d'individus; Sx, écart-type.

Groupe d'âge	*LT à la capture, en mm*			*LT rétrocalculée, en mm*		
	N	$\overline{LT}$	*Extrêmes*	*N*	$\overline{LT}$	*Sx*
I				521	56	13
II				521	121	23
III				521	184	33
IV	1	294		521	241	41
V	13	349	275-451	521	294	47
VI	24	360	271-500	509	341	53
VII	33	409	260-622	486	384	58
VIII	43	465	347-658	457	423	61
IX	47	485	355-673	417	457	63
X	49	508	358-722	377	488	66
XI	63	536	415-690	334	515	69
XII	68	572	378-880	281	538	72
XIII	46	598	450-877	217	555	76
XIV	31	590	420-807	175	567	75
XV	22	625	480-734	146	565	130
XVI	21	627	483-772	125	574	141
XVII	13	612	530-806	104	587	140
XVIII	20	660	450-850	93	599	150
XIX	12	627	509-772	77	617	126
XX	14	674	479-815	65	630	136
XXI	20	673	550-842	54	648	117
XXII	10	666	580-798	36	655	137
XXIII	8	655	596-760	26	688	85
XXIV	4	783	628-942	18	718	95
XXV	7	759	596-918	15	709	69
XXVI	4	712	885-752	9	710	69
XXVII	3	647	594-812	7	724	80
XXVIII	2	699	658-739	4	753	65
XXIX	1	830		3	775	82
XXX	2	660	630-689	2	759	99
XXXI	1	844		1	844	

même dans les cinq bassins hydrographiques.

Nous avons donc groupé, dans le tableau I, toutes nos données de croissance en longueur des touladis de ces cinq bassins. Plusieurs conclusions ressortent de ce tableau. Tout d'abord, il y a de grandes variations individuelles de la croissance; des poissons du même âge peuvent avoir des tailles bien différentes; à 12 ans, par exemple, ils peuvent mesurer de 38 à 88 cm. La longueur totale moyenne est de 12 cm à deux ans, 30 cm à cinq ans, 50 cm à dix ans, 60 cm à 20 ans et dans les 80 cm à trente ans. La longévité maximale n'est pas de 31 ans comme le laisserait supposer le tableau: nous avons en effet observé des poissons de plus de 45 ans mais la lecture de l'âge était trop approximative pour que nous ayons pu les inclure dans nos calculs. Le plus gros touladi capturé avait un mètre de longueur mais son âge n'a pas pu être estimé.

CROISSANCE EN MASSE

Les équations donnant le logarithme de la masse (M en g) en fonction du logarithme de la longueur totale (L en mm) ne sont pas significativement différentes pour les mâles et les femelles. Elles ne sont pas non plus différentes si on compare les équations obtenues dans les cinq bassins hydrographiques. Nous avons calculé une seule équation en groupant tous les individus:

$$\log M = -5{,}696 + 3{,}222 \log L \ (r = 0{,}991)$$

Le coefficient 3,222 est significativement différent de 3.

Nous avons utilisé cette équation pour estimer la masse des poissons à partir de leur longueur moyenne à la formation des annuli. Ces valeurs ont été reportées dans le tableau II qui donne aussi les masses moyennes et extrêmes des touladis au moment de leur capture. Nous remarquons tout d'abord que les variations individuelles sont encore bien plus grandes dans la croissance en masse que dans la croissance en longueur. Nous remarquons aussi que les masses calculées sont inférieures aux masses observées; cela s'explique, en partie du moins, par la croissance estivale qui avait déjà eu lieu au moment de la capture. Il est possible aussi que l'équation de régression donnant log M en fonction de log P ne donne pas la véritable relation masse-longueur pour les individus les plus gros et les plus petits étant donné que la plupart des poissons se trouvaient dans des tailles intermédiaires (fig. 2).

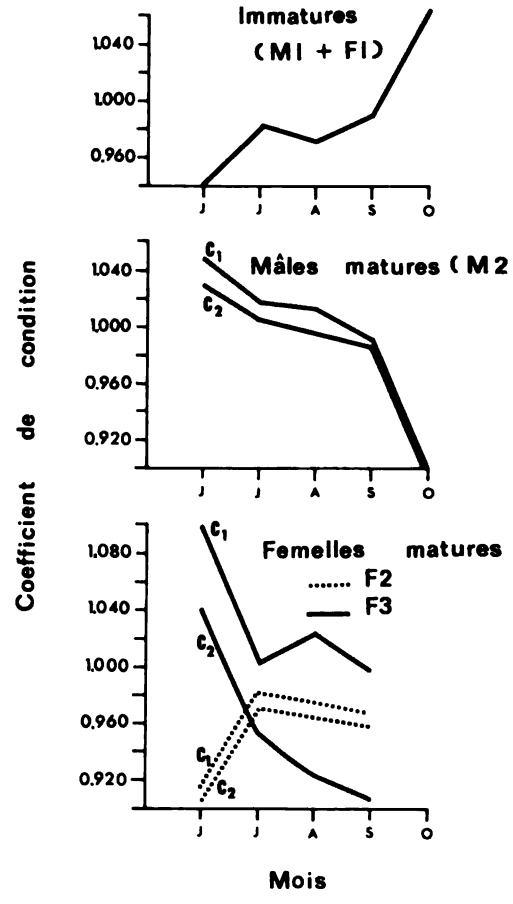


Figure 4. Variations des coefficients C_1 et C_2 de juin à octobre. La signification de C_1 et C_2 ainsi que de F_1, F_2 et F_3 est donnée dans le texte.

TABLEAU II

Croissance en masse des touladis des cinq bassins hydrographiques du territoire de la baie James

Groupe d'âge	*Masse à la capture, en g*			*Masse calculée en g*
	N	$\overline{M}$	*Extrêmes*	
I				
II				10
III				40
IV				95
V	11	310	140-625	181
VI	23	406	120-990	291
VII	29	642	190-2790	429
VIII	41	788	320-1545	583
IX	47	951	295-3090	748
X	47	1092	285-3700	925
XI	64	1323	540-2800	1099
XII	65	1525	410-3250	1268
XIII	46	1874	820-6750	1400
XIV	30	1635	570-5190	1500
XV	20	2000	980-3100	1483
XVI	30	2575	875-5050	1560
XVII	13	1815	990-4036	1679
XVIII	17	2678	800-4800	1791
XIX	12	2320	1270-3990	1968
XX	13	2856	885-5150	2104
XXI	20	2304	690-4600	2307
XXII	9	2726	1840-4600	2388
XXIII	8	2510	1860-5100	2799
XXIV	3	5392	732-3407	3206
XXV	7	4301	1745-7300	3083
XXVI	4	3073	2310-4000	3090
XXVII	3	2952	1495-4600	3290
XXVIII	2	3075	2900-3250	3724
XXX	3	2893	2400-3140	3829
XXI	1	4910		5390

On peut néanmoins schématiser ainsi la masse des touladis aux différents groupes d'âge: 180 g à 5 ans, 925 g à 10 ans, 2100 g à 20 ans et 4000 g à 30 ans. Il faut noter que le plus gros spécimen capturé pesait 13,7 kg mais son âge n'a pu être déterminé.

Chez les immatures le coefficient de condition C_1 est semblable à 0,001 près au coefficient de condition C_2, les gonades étant très peu développées; C_1 varie de 0,943 en juin à 0,992 en septembre (fig. 4). Chez les mâles proches de la maturité, C_1 diminue de 1,047 en juin à 0,991 en septembre, C_2 variant de 1,033 à 0,990 durant la même période. Chez les femelles proches de la maturité, C_1 se maintient autour de 1,030 durant tout l'été alors que C_2 passe de 1,048 à 0,911 de juin à septembre.

REPRODUCTION

Le nombre d'oeufs dans chaque ovaire est toujours assez différent, la différence étant parfois du simple au double. La fécondité (F) augmente avec la longueur totale (L en mm) et avec la masse (M en g) des femelles suivant les équations de régression suivantes:

$$\log F = -6{,}720 + 3{,}609 \log L \ (r = 0{,}916)$$
$$F = -70{,}933 + 1{,}237\ M \ (r = 0{,}955)$$

En d'autres termes les touladis femelles ont environ 1 000 oeufs à 50 cm ou

865 g et 10 000 œufs à 93 cm ou 8 kg. La femelle la plus féconde avait 15 842 œufs, elle mesurait un mètre et pesait 13,7 kg.

Pour déterminer l'âge de la maturité sexuelle nous avons divisé notre échantillon en 6 groupes: les individus dont le sexe n'a pas pu être déterminé (I), les mâles immatures (M_1), les mâles matures (M_2), les femelles immatures (F_1), les femelles dont les œufs mesuraient de 1 à 3 mm (F_2) et les femelles dont les œufs avaient plus de 3 mm (F_3). Il est probable, en effet, que seules ces dernières auraient dû frayer l'automne qui a suivi leur capture. Le tableau III qui résume nos résultats nous indique tout d'abord que tous les touladis sont immatures jusqu'à l'âge de 7 ans (450 mm) et qu'après 13 ans (625 mm) on n'observe plus d'immatures. Il indique aussi que certains mâles commencent à frayer à 8 ans mais que la majorité des mâles n'ont atteint la maturité qu'à 11 ans. Le problème des femelles est plus complexe. Certaines peuvent frayer dès l'âge de 8 ans. La présence de nombreuses femelles F_2 dans les âges suivants semble indiquer que celles-ci ne frayent pas tous les ans. Le pourcentage de femelles F_3 par rapport à toutes les femelles $F_2 + F_3$ est de 29% ce qui semble indiquer en gros qu'il n'y a qu'un tiers des femelles arrivées à maturité qui frayent. Cela signifierait que les femelles ne frayeraient que tous les trois ans.

TABLEAU III

Âge de la maturité des touladis des cinq bassins hydrographiques du territoire de la Baie James.

Âge	*Femelles*			*Mâles*		*Indéterminés*
	F_1	F_2	F_3	M_1	M_2	*I*
4						1
5	1					2
6	6			1		3
7	7	2		6		3
8	2	8	2	10	3	
9	5	10	3	8	7	
10		18	3	5	4	
11	1	12	3	8	13	
12		17	7	4	14	
13		10	2	1	12	
14		8	2		7	
15		2			7	
16		5	1		7	
17		1	2		5	
18		2	3		8	
19		2	2		2	
20		2	2		7	
21		5	2		5	
22			2		2	
23			3		2	
24			1		1	
25			2		2	
26		1			3	
27						
28					1	
29		1				
30						
31			1			

TABLEAU IV

Analyse des contenus stomacaux de 145 touladis de La Grande Rivière et de 105 touladis de la Caniapiscau.

Proies	*La Grande Rivière*			*Caniapiscau*		
	Oc	*N*	*M*	*Oc*	*N*	*M*
Organismes benthiques	52 (76)	1431	1.0	52 (55)	1075	1.9
Éphéméroptères	27 (39)	71	0.1	32 (34)	219	0.7
Plécoptères	1 (1)	1	—	14 (15)	507	0.4
Hémiptères	1 (1)	1	—			
Trichoptères	13 (18)	669	0.6	12 (13)	74	—
Diptères, larves	6 (9)	115	—	13 (14)	109	—
—, pupes	27 (39)	415	—	22 (23)	163	0.8
Coléoptères				2 (2)	2	—
Gastéropodes	2 (3)	111	0.3	1 (1)	1	—
Pélécypodes	1 (1)	38	—	—	—	—
Insectes adultes	21 (30)	1051	1.2	30 (31)	1888	6.2
Éphéméroptères	1 (1)	1	—	9 (9)	1669	5.9
Odonates	1 (1)	1	—	1 (1)	1	0.1
Orthoptères	2 (3)	4	—			
Hémiptères	2 (3)	6	—			
Coléoptères	12 (18)	484	0.3	7 (7)	133	0.1
Trichoptères	1 (2)	2	—	14 (15)	31	—
Lépidoptères	9 (6)	66	0.1	11 (11)	32	0.1
Diptères	4 (6)	13	—	3 (3)	9	—
Hyménoptères	15 (22)	474	0.8	1 (1)	1	
Plécoptères				3 (3)	4	—
Neuroptères				2 (2)	8	—
Poissons	84 (121)	790	97.8	85 (89)	210	92.7
Poissons non identifiés	29 (42)	56	1.5	32 (34)	44	1.9
Salmonidés non identifiés	28 (40)	81	15.2	13 (14)	15	6.1
Coregonus artedii	25 (36)	190	15.6			
Coregonus clupeaformis	19 (19)	29	26.0	4 (4)	4	4.1
Prosopium cylindraceum	7 (10)	15	17.0	11 (12)	22	30.6
Salvelinus namaycush	2 (3)	3	6.8			
Esox lucius	2 (3)	3	1.8			
Cyprinidés	1 (2)	2	0.3	2 (2)	2	0.2
Catostomus sp.	8 (11)	328	4.0	6 (6)	7	7.1
Catostomus catostomus	1 (2)	2	0.8	7 (7)	7	24.4
Catostomus commersoni	3 (4)	5	4.2	1 (1)	1	1.1
Lota lota	2 (3)	5	0.3	12 (13)	30	13.8
Gastérostéidés	1 (1)	2	0.2			
Gasterosteus aculeatus	6 (8)	24	0.4	1 (1)	1	—
Pungitius pungitius	6 (9)	15	0.2			
Culaea inconstans	1 (1)	1	—			
Percopsis omiscomaycus	1 (1)	1	—			
Stizostedion sp.	2 (3)	3	3.3			
Stizostedion vitreum	1 (1)	1	—	2 (2)	2	0.1
Cottus sp.	8 (11)	14	0.1	15 (16)	38	0.9
Cottus bairdi	2 (3)	4	0.1	12 (13)	14	0.8
Cottus cognatus	2 (3)	6	0.1	9 (9)	23	1.8
Total des Salmonidés	54 (78)	318	80.2	26 (27)	31	40.8
Total des Catostomidés	11 (16)	335	9.0	12 (13)	15	32.6
Total des Cottidés	10 (15)	24	0.3	23 (24)	75	3.5
Mammifères	1 (1)	1	—	3 (3)	3	—

Oc, occurrence des fréquences en % (entre parenthèse le nombre de spécimens); N, nombre total d'individus dans les diverses catégories de proies; M, pourcentage de la masse des proies des différentes catégories par rapport à la masse totale des proies.

RÉGIME ALIMENTAIRE

L'analyse des contenus stomacaux nous a permis d'abord de déterminer les principales proies utilisées par les touladis dans les bassins hydrographiques de La Grande Rivière et de la Caniapiscau. Elle nous a permis ensuite de suivre les variations du régime alimentaire de ces poissons au cours de l'été et suivant leur taille.

Si nous mettons à part les petits mammifères qui sont pris occasionnellement, les proies utilisées par les touladis peuvent se regrouper en trois grandes catégories (tableau IV): les organismes benthiques, les insectes adultes et les poissons. Ces trois catégories correspondent à trois façons de s'alimenter de cette espèce: alimentation sur le fond des lacs et des rivières, alimentation à la surface de l'eau et prédation en pleine eau.

Les poissons se trouvent dans 85% des contenus stomacaux provenant de la Caniapiscau et dans 84% de ceux provenant de La Grande Rivière. Ils représentent respectivement dans ces deux milieux 93 et 98% du poids total des proies. Le nombre d'espèces utilisées est cependant moins grand dans la Caniapiscau que dans La Grande Rivière. L'importance relative de diverses espèces dans l'alimentation du touladi est aussi différente dans les deux bassins. Dans la Caniapiscau, 26% des touladis avaient mangé des Salmonidés alors que dans La Grande Rivière ce chiffre atteint 54%; en poids, les Salmonidés représentent respectivement dans les deux milieux 40,8 et 80,2% des poids des contenus stomacaux. Dans La Grande Rivière, enfin, les trois Salmonidés, le ménomini rond, le cisco de lac et le grand corégone jouent un rôle important dans la nourriture du touladi, alors que dans la Caniapiscau seul le ménomini rond joue un rôle important. otons aussi que le touladi est cannibale. Dans la Grande Rivière, le seul autre groupe de poissons qui entre de façon significative dans le régime alimentaire des touladis est celui des Catostomidés (11% en occurrence de fréquence et 9% en poids); les autres groupes ne constituant qu'un pourcentage en poids très faible même s'ils sont consommés par de nombreux touladis, comme c'est le cas des Gastérostéidés et des Cottidés. Dans la Caniapiscau, trois groupes autres que les Salmonidés jouent un rôle non négligeable dans l'alimentation des touladis: en pourcentage d'occurrence de fréquence, nous avons en ordre décroissant les Cottidés (23%), les Catostomidés (12%) et les lottes (12%); en pourcentage du poids total des contenus stomacaux nous avons d'abord les Catostomidés (32,6%), ensuite les lottes (13,8%) et enfin les Cottidés (3.5%).

Les organismes benthiques sont utilisés par 52% des touladis dans les deux bassins hydrographiques mais ne représentent qu'un faible pourcentage du poids des contenus stomacaux: 1,9% dans la Caniapiscau, 1,0% dans La Grande Rivière. Les plus utilisés dans les deux bassins sont les larves d'Ephéméroptères et les larves et les pupes de Diptères. Les larves de Plécoptères ne sont présentes que dans les contenus stomacaux de la Caniapiscau.

Les insectes adultes ont été trouvés dans 29,5% des estomacs des touladis de la Caniapiscau et ils représentent 6,2% du poids total des contenus stomacaux. Ils sont surtout représentés par les Éphéméroptères, les Trichoptères et les Lépidoptères. Dans le bassin de La Grande Rivière, 21% seulement des touladis utilisent les insectes adultes et ces organismes ne représentent que 1,2% du poids total des contenus stomacaux; on y trouve surtout des Hyménoptères (presque uniquement des Formicidés) et des Coléoptères.

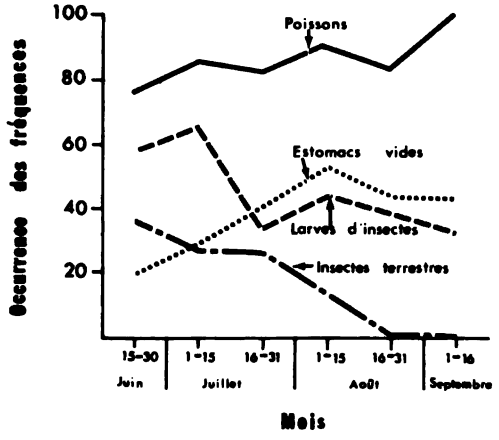


Figure 5. Variations du régime alimentaire du touladi au cours de l'été.

La figure 5 montre les variations du régime alimentaire du touladi au cours de l'été. Les poissons sont généralement utilisés par plus de 80% des touladis de juin à septembre. L'utilisation des organismes benthiques va par contre en diminuant au cours de l'été; il en est de même des insectes adultes qui disparaissent même complètement des contenus stomacaux à partir de la deuxième quinzaine d'août. Cette figure présente aussi les variations du pourcentage d'estomacs vides au cours de l'été: on s'aperçoit qu'il augmente du 15 juin au 1er août passant de 20 à 50% pour se stabiliser autour de cette dernière valeur jusqu'au 16 septembre.

La figure 6 présente les variations du régime alimentaire du touladi avec la taille. À mesure qu'ils grandissent, les touladis mangent de moins en moins de larves d'insectes mais ils semblent utiliser également les insectes adultes et les poissons. Pour ces derniers nous avons essayé de préciser si les touladis utilisent plus ou moins telle ou telle espèce de poissons à mesure qu'ils grandissent (tableau V). Dans le bassin de la Grande Rivière, les touladis de 30 à 45 cm mangent surtout des Cottidés et des Gastérosteidés; de 45 à 75 cm, ils prennent surtout des grands corégones et des ciscos et les gros de plus de 75 cm semblent préférer les ménominis

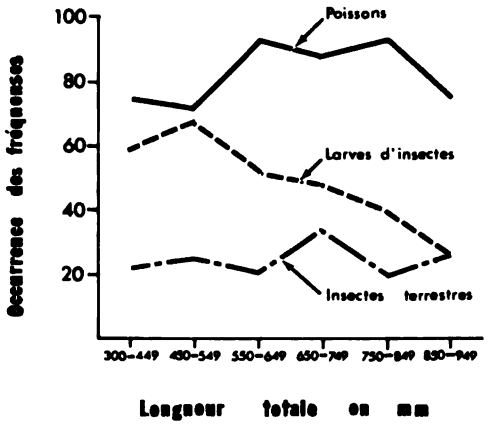


Figure 6. Variations du régime alimentaire du touladi avec la taille.

TABLEAU V

Utilisation des diverses espèces de poissons par les touladis suivant leur taille (mm).

Bassin	*Poissons*	*Pourcentage d'occurrence aux différentes tailles*				
		300-449	*450-549*	*550-649*	*650-749*	*750-849*
La Grande Rivière	Épinoches	36	26	18	8	—
	Chabots	36	21	10	8	—
	Corégones	9	26	20	17	10
	Ciscos	18	26	50	29	10
	Ménominis	9	16	3	13	30
	Meuniers	9	11	13	13	60
Caniapiscau	Chabots	22	32	44	7	—
	Corégones	11	8	—	4	—
	Ménominis	11	12	20	15	—
	Lottes	11	8	8	22	15
	Meuniers	—	4	4	15	54

et les meuniers. Dans le bassin de la Caniapiscau, les touladis de moins de 55 cm mangent surtout des Cottidés mais aussi des corégones, des lottes et des ménominis; ceux de 55 à 65 cm prennent surtout des Cottidés et des ménominis; ceux de plus de 65 cm semblent préférer les lottes et les meuniers.

Discussion

CROISSANCE EN LONGUEUR ET EN MASSE

Dubois et Lagueux (1968) et ensuit Simard et Magnin (1972) ont montr que le nombre des annuli de croissan ce était sous-estimé lorsqu'on utilisa les écailles plutôt que les otolithes. Ce

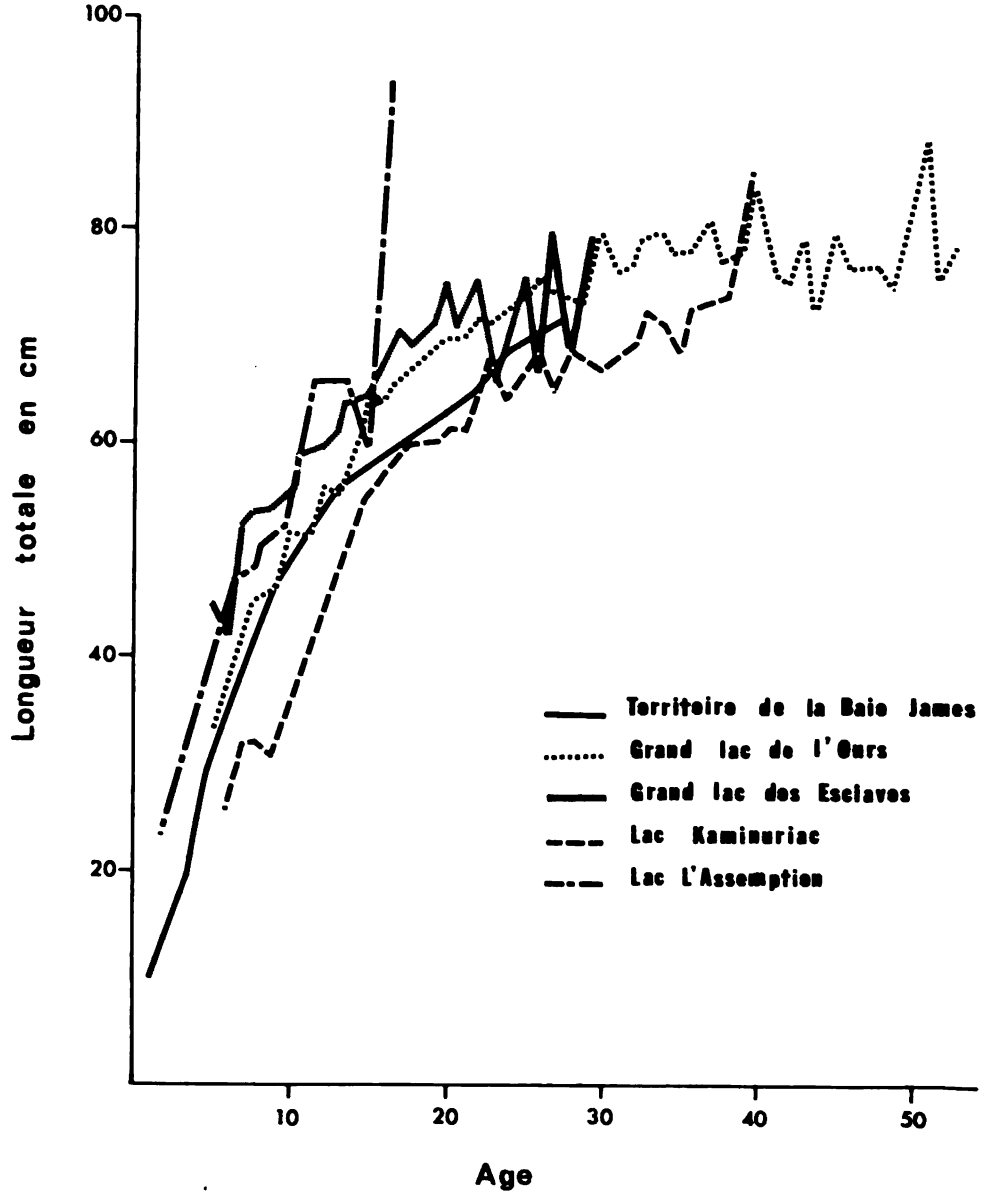


Figure 7. Croissance en longueur des touladis dans divers milieux.

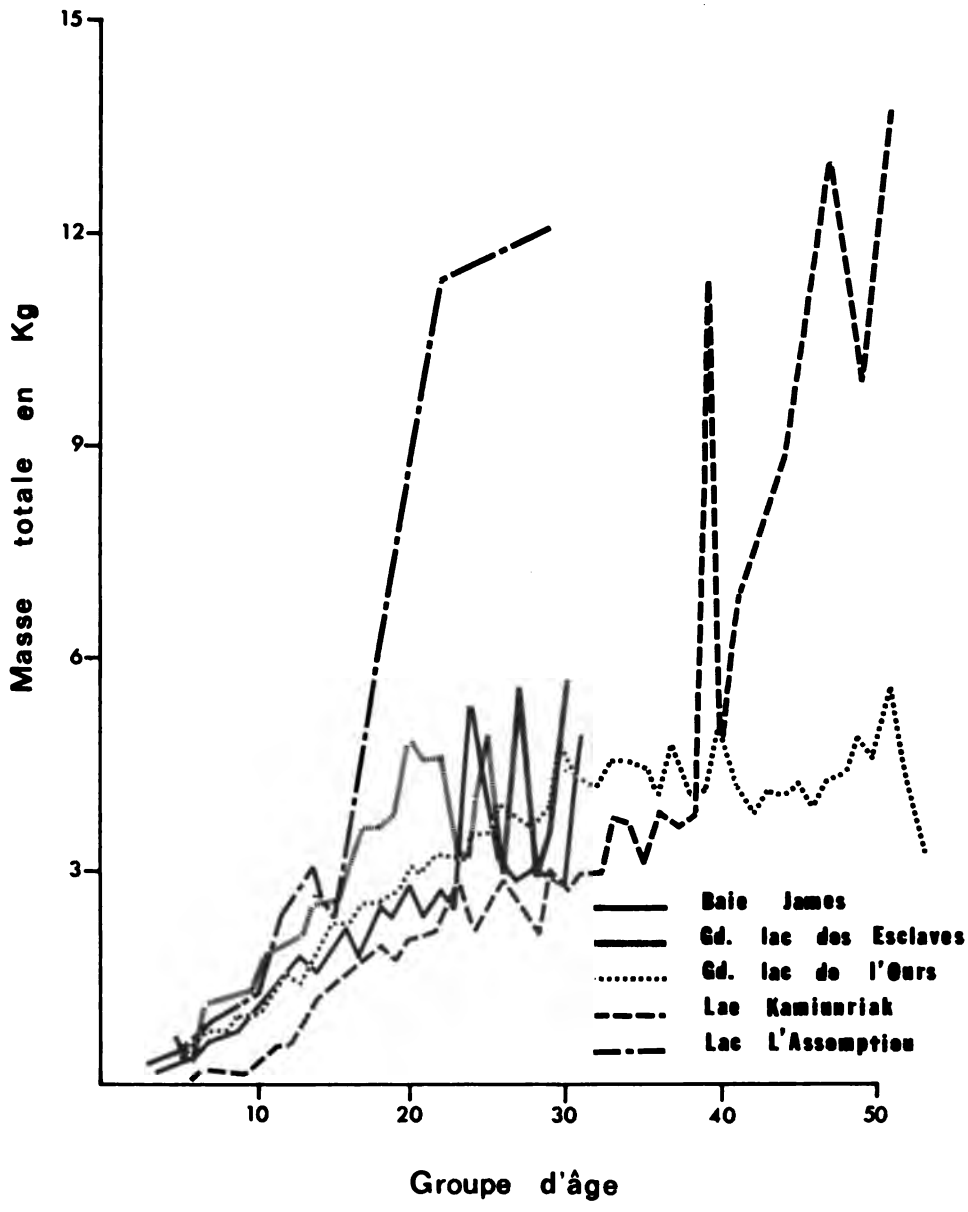


Figure 8. Croissance en masse des touladis dans divers milieux.

rend difficile la comparaison de nos résultats avec ceux obtenus par d'autres auteurs sauf si ces auteurs ont employé la même méthode. Nous nous bornerons donc à comparer la croissance des touladis du territoire de la baie de James avec celle des touladis dont l'âge a été déterminé par les otolithes et qui proviennent des milieux suivants: lac Mistassini (Dubois et Lagueux 1968) qui se déverse dans la rivière Rupert, lac L'Assomption (Simard et Magnin 1972) situé à 74°05 de longitude ouest et à 46°30′ de latitude nord, Grand lac de l'Ours (Falk *et al.*, 1974), Grand lac des Esclaves (Falk *et al.*, 1974) et lac Kaminuriak (Bond, 1975), ces trois derniers lacs étant situés dans les Territoires (

Nord-Ouest. Il a fallu, dans certains cas, transformer les longueurs à la fourche (LF) en longueur totale (LT) en utilisant l'équation établie par Simard et Magnin (1972):

$$LT = 11{,}05 + 1{,}078\ LF$$

Les résultats obtenus par Dubois et Lagueux (1968) sur les touladis du lac Mistassini sont très semblables à ceux que nous avons trouvés, et confirment donc la grande ressemblance qu'il y a dans la croissance des touladis situés entre les latitudes 50° et 55° Nord de cette région du Québec. Les figures 7 et 8 montrent que, jusqu'à 30 ans, la croissance des touladis de la région que nous avons étudiée est assez semblable à celle du Grand lac de l'Ours, un peu plus forte que celle du lac Kaminuriak et plus faible que celle du Grand lac des Esclaves. Au lac L'Assomption, situé plus au sud dans le Québec, les touladis grandissent beaucoup plus vite surtout après 10 ans. La croissance des touladis ne s'explique donc pas seulement par des différences de latitude ou d'altitude mais aussi par d'autres facteurs. Martin (1966) a démontré que les touladis qui se nourrissent de plancton grandissent moins rapidement que ceux qui se nourrissent de poissons.

Le tableau VI montre que les valeurs des constantes a et b de l'équation log M = a + b logL sont assez semblables pour les touladis du territoire de la baie de James, des lacs Mistassini, L'Assomption, Kaminuriak et Grand lac de l'Ours. Les masses aux différentes longueurs sont assez proches dans ces milieux. Par contre les touladis du lac Tremblant au Québec semblent un peu plus obèses et ceux du Grand lac des Esclaves un peu plus sveltes.

Il semblerait, d'après nos résultats, que le coefficient de condition augmente avec la taille du poisson. Dubois (1967) arrive à la même conclusion avec les touladis du lac Mistassini. Comme nous, Eschmeyer (1954) a observé une diminution du coefficient de condition des femelles matures avant la fraye, ce qu'il attribue à un jeûne plus ou moins complet des poissons à cette période.

REPRODUCTION

Nos résultats sur la fécondité des touladis sont conformes aux règles générales observées chez la plupart des poissons (Bagenal 1967): relation de la forme $F = aL^n$ entre la fécondité F et la longueur L, relation linéaire entre la fécondité et le poids et absence de cor-

TABLEAU VI

Relations entre la masse (M) des touladis et leur longueur (L) dans divers milieux. a et b sont les constantes de l'équation log M = a + b log L.

Milieu	*a*	*b*	*Masse en g des touladis de longueur*		
			200 mm	*500 mm*	*800 mm*
Baie de James	– 5,698	3,222	52	1 000	4 547
L. Kaminuriak (1)	– 5,448	3,168	51	1 050	4 828
Grand Lac de l'ours	– 4,249	2,752	84	1 154	4 304
Grand lac des Esclaves (2)	– 6,307	3,448	27	713	3 712
Lac Hottah (3)	– 5,196	3,09	55	1 030	4 520
Lac L'Assomption (4)					
200-400 mm	– 5,138	3,005	60		
400 mm et +	– 5,804	3,264		1 013	4 696
Lac Tremblant (4)	– 5,188	3,065	73	1 214	5 128
Lac Mistassini (5)	– 2,358	3,253	51	776	4 898

1) Bond, 1975; 2) Falk *et al.*; 1974. 3) Wong et Whillans, 1973; 4) Simard et Guibert, 1973; 5) Dubois, 1967.

rélation entre la fécondité et l'âge. D'autres auteurs signalent aussi les grandes variations individuelles du nombre d'œufs en fonction de ces différents paramètres chez les touladis (Hanson et Wickwire, 1967; Eschmeyer, 1954, 1964). D'après ce dernier, cette variabilité n'est pas uniquement reliée au fait que les populations sont différentes; elle a été observée chez des poissons capturés au même endroit et à la même date. Les touladis de la région de la baie de James ont en moyenne 128 œufs par 100 g de masse totale; ceux du lac Supérieur (Eschmeyer 1954) et du lac Tahoe (Hanson et Wickwire, 1967) ont un nombre d'œufs un peu supérieur, soit 142 par 100 g; dans certaines populations du lac Supérieur, Eschmeyer (1954) et Rahrer (1965) signalent des chiffres de 103 et 114 œufs par 100 g.

D'après Falk *et al.* (1974), les touladis du Grand lac de l'Ours atteignent la maturité sexuelle entre 12 et 20 ans, résultats qui se rapprochent des nôtres. Au lac L'Assomption, par contre, ils atteignent la maturité plus tôt: 5-6 ans pour les mâles, 6-7 ans pour les femelles.

RÉGIME ALIMENTAIRE

Scott et Crossman (1974), qui ont fait une revue de la littérature à ce sujet, signalent que les touladis se nourrissent de benthos, d'insectes adultes et de diverses espèces de poissons suivant la disponibilité de ces diverses proies dans le milieu. Ils notent entre autres l'utilisation des chabots, des meuniers et des épinoches. D'autres auteurs signalent l'utilisation des ciscos (Dymond, 1928; Eschmeyer, 1964; Rawson, 1961), des grands corégones (Cuerrier et Schultz, 1957) et de la perchaude (Martin, 1951).

Martin (1970) a noté, comme nous, l'augmentation des estomacs vides du printemps à l'automne chez les touladis du lac Opeongo, Ontario. Il a aussi remarqué que ce sont les jeunes touladis qui utilisent le plus les larves d'insectes et que les plus vieux utilisent surtout les poissons, la taille de ces derniers allant en augmentant avec la taille du prédateur.

EFFETS POSSIBLES DE LA CRÉATION DE RÉSERVOIRS

Il est évident que nos seules données ne nous permettent pas de prédire avec certitude les effets de la création de lacs de barrage sur les populations de touladis dans la région que nous avons étudiée. Des comparaisons avec des données de la littérature nous permettront cependant de mieux préciser ce problème. Il faut mentionner tout d'abord que les touladis se maintiennent dans les réservoirs où ils existaient auparavant (Cuerrier, 1954; McCaig et Mullan, 1960; Machniak, 1975) et où ils ont été introduits (Nilsson et Svärdson, 1968). Cela tient principalement à deux raisons: tout d'abord, la fraye a lieu à des profondeurs assez grandes et elle ne subit pas de ce fait les effets néfastes des changements de niveau de l'eau (marnage); d'autre part les touladis peuvent se nourrir de presque tous les organismes aquatiques et même d'insectes terrestres. Cependant, si la densité de peuplement des poissons fourrage diminue, la croissance des touladis en sera affectée (Cuerrier, 1954; Martin, 1951); il serait éventuellement possible d'introduire de nouvelles espèces de poissons fourrage et de rétablir un bon taux de croissance comme cela a été fait au réservoir Quabbin, Massachussetts (McCaig et Mullan 1960). D'après Martin (1970), le changement de nourriture pourrait aussi avoir une influence sur la fécondité et la taille des œufs des touladis.

Conclusion

Les touladis du territoire que nous avons étudié ont une croissance, une condition physique et une fécondité relativement bonnes, si on compare ces paramètres biologiques à ceux qui ont été observés chez les touladis vivant dans d'autres milieux du Bouclier canadien. C'est probablement leur grande plasticité au point de vue régime alimentaire qui permet aux populations actuelles de se maintenir dans des milieux très divers et cela malgré le fait que les femelles ne frayent pas tous les ans à ces latitudes. Il est probable que les touladis se maintiendront dans les lacs de barrage qui sont en construction dans la région. Il est cependant difficile de prévoir quelle sera la structure des populations dans ces nouveaux milieux.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord les nombreux biologistes du Service Environnement de la Société d'énergie de la baie James qui ont pris les touladis et qui ont effectué tous les prélèvements sur le terrain. Nous remercions aussi le Conseil national des recherches du Canada pour la subvention qu'il a accordée au premier auteur de cet article.

Références

BAGENAL, T. B., 1967. A short review of fish fecundity. — *In:* Gerking, S. D. (Ed), The biological basis of freshwater fish production. Blackwell Scient. Publs. Oxford, pp. 89-111.

BOND, W. A., 1975. Data on the biology of lake whitefish and lake trout from Kaminuriak Lake, district of Keewatin, NWT. — Canada Dep. Environ., Fish Mar. Serv., Data rep. ser. N° CEN/D-75-4, 27 p.

CUERRIER, J. P., 1954. The history of Lake Minnewanka with reference to the reaction of lake trout to artificial changes in environment. — Can. Fish Cult., 15: 1-9.

CUERRIER, J. P. and F. H. SCHULTZ, 1957. Studies of lake trout and common whitefish in Waterton lakes, Waterton Lakes National Park, Alberta. — Wildl. Mgnt. Bull., Can. Wildl. Serv., 3: 41 p.

DUBOIS, A., 1967. Âge et croissance de la touladi *(Salvelinus namaycush)* du lac Mistassini, Québec. — Thèse de maîtrise, Univ. Laval, Québec, 66 p.

DUBOIS, A. et R. LAGUEUX, 1968. Étude comparée de l'âge scalaire et de l'âge otolithique de la touladi *(Salvelinus namaycush)*, lac Mistassini, Québec. — Naturaliste can., 95: 907-928.

DYMOND, J. R., 1928. Some factors affecting the production of lake trout *(Cristivomer namaycush)* in Lake Ontario. — Univ. Toronto Biol. Ser., 33: 27-41.

ESCHMEYER, P. H., 1954. The reproduction of lake trout in southern Lake Superior. — Trans. Am. Fish. Soc., 84: 47-74.

ESCHMEYER, P. H., 1964. The lake trout *(Salvelinus namaycush)*. — U.S. Fish and Wildl. Serv., N° 555, 7 p.

FALK, M. R., D. V. GILLMAN and L. W. PAHLKE, 1974. Data on the biology of lake trout from Great Bear and Great Slave Lakes, Northwest Territories, 1973. — Canada Dep. Environ., Fish. Mar. Serv., Data rep. ser. N° CEN/0-74-4, 39 p.

HANSON, J. A. and R. H. WICKWIRE, 1967. Fecundity and age at maturity of lake trout, *Salvelinus namaycush* (Walbaum), in Lake Tahoe. — Calif. Fish Game, 53(3): 154-164.

MCCAIG, R. S. and J. W. MULLAN, 1960. Growth of eight species of fishes in Quabbin Reservoir, Massachusetts, in relation to age of reservoir and introduction of smelt. — Trans. Am. Fish. Soc., 89(1): 27-31.

MACHNIAK, K., 1975. The effects of hydroelectric development on the biology of northern fishes (reproduction and population dynamics). IV. Lake trout *Salvelinus namaycush* (Walbaum). A literature review and bibliography. —. Canada Dep. Environ., Fish. Mar. Serv. Tech. rep. N° 530, 52 p.

MARTIN, N. V., 1951. A study of the lake trout *Salvelinus namaycush* in two Algonquin Park, Ontario, lakes. — Trans. Am. Fish. Soc., 81: 111-137.

MARTIN, N. V., 1966. The signification of food habits in the biology, exploitation, and management of Algonquin Park, Ontario, lake trout. — Trans. Am. Fish. Soc., 95(4): 415-422.

MARTIN, N. V., 1970. Long-term effects of diet on the biology of the lake trout and the fishery in Lake Opeongo, Ontario. — J. Fish. Res. Bd Can., 27(1): 125-146.

NILSSON, N. A. and G. SVÄRDSON, 1968. Some results of the introduction of lake trout *(Salvelinus namaycush* Walbaum) into Swadish

lakes. — Inst. Freshwat. Res. Drottningholm, 48 : 5-16.

RAHRER, J. F., 1965. Age, growth, maturity and fecundity of "humper" lake trout, Isle Royale, Lake Superior. — Trans. Am. Fish. Soc., 94(1) : 75-83.

RAWSON, D. S., 1961. The lake trout of Lac la Ronge, Saskatchewan. — J. Fish. Res. Bd Can., 18(3) : 423-462.

SCOTT, W. B. et E. J. CROSSMAN, 1974. Poissons d'eau douce du Canada. — Bull. n° 184, Off. Rech. Pêcheries Can. 1026 p.

SIMARD, A. et E. MAGNIN, 1972. Méthode de détermination de l'âge et croissance du touladi, *Salvelinus namaycush* (Walbaum), du lac L'Assomption et du lac Tremblant, Québec. — Naturaliste can., 99(6) : 561-578.

Naturaliste can., 105: 19-35 (1978).

ZOOPLANCTON D'UNE TOURBIÈRE RÉTICULÉE DU TERRITOIRE DE LA BAIE DE JAMES

Bernadette PINEL-ALLOUL et Étienne MAGNIN

Département des sciences biologiques,
Université de Montréal, Montréal, H3C 3J7

Résumé

De juin à octobre 1974, nous avons prélevé 9 échantillons de zooplancton, avec un filet n° 25 de 153 μm de maille, dans les eaux libres d'une tourbière réticulée située dans le territoire de la baie de James (53°27'50"N, 77°28'11"W). La communauté zooplanctonique est riche en espèces (39) et assez dense (en moyenne 269 individus/litre). Elle est principalement représentée par des Cladocères et des Protozoaires typiques des eaux acides et tourbeuses *(Polyphemus pediculus, Streblocerus serricaudatus, Difflugia bacillifera, D. rubescens* et *D. oblonga).* La biomasse zooplanctonique est maximale à la fin juin. Durant la période d'échantillonnage, la majorité de la biomasse est constituée par des Cladocères (84,6%) et, à la fin juin, *Polyphemus pediculus* en représente à lui seul 99,9%. Les Copépodes, les Rotifères et les Protozoaires représentent respectivement 12,8%, 1,4% et 1,2% de cette biomasse. L'importance numérique relative de ces divers groupes d'organismes varie en fonction de la succession saisonnière des espèces au sein de la communauté.

Abstract

From June to October 1974, we have collected nine samples of zooplankton (mesh size 153 μm) in clear waters of a string bog located in the James Bay territory (53°27'50"N, 77°28'11"W). The zooplankton community shows a wide variety of species (39) with a rather high density (269 ind./1) The prominent species *(Polyphemus pediculus, Streblocerus serricaudatus, Difflugia bacillifera, D. rubescens* and *D. oblonga*) are mostly typical of acid and humic waters. The maximum biomass is observed in late June. From June to October, 84,6% of the total biomass is made of Cladocera and in late June 99,9% is comprised of *Polyphemus pediculus.* The average proportions of the biomass amount to 12,8%, 1,4% and 1,2% respectively for the Copepoda, Rotifera and Protozoa. The relative magnitude of groups vary in accordance to the successive occurrence of species in the community.

Introduction

Au cours de l'été 1974, le Service environnement de la Société d'Énergie de la baie James a entrepris l'étude de divers milieux aquatiques susceptibles d'être affectés par les aménagements hydro-électriques. À cause de leur végétation de sphaignes et de leur physicochimie très différente de celle des lacs, les tourbières réticulées sont un des milieux les plus caractéristiques de cette région, mais aussi un des moins connus. Deux études seulement ont été publiées sur le zooplancton des lacs situés en bordure de la baie de James (Juday, 1927 et Reed, 1963) mais celles-ci ne comportent pas l'étude des tourbières. Si le zooplancton des tourbières du territoire de la baie de James est inconnu, celui des tourbières d'autres régions ne l'est guère plus. À notre

connaissance, les seules études approfondies que nous ayons sont celles de Margaritora *et al.* (1975) dans les Laurentides et celles de Batut (1965) dans diverses régions de France. Il nous a donc paru intéressant de présenter, dans cet article, la composition spécifique de la communauté zooplanctonique d'une tourbière réticulée du territoire de la baie de James ainsi que les variations saisonnières dans la densité de peuplement et dans la biomasse des différents groupes et espèces.

Matériel et méthodes

La tourbière réticulée que nous avons étudiée est située à 77°28′11″ de longitude ouest et à 53°27′50″ de latitude nord. Elle se trouve dans le bassin de la rivière au Castor, tributaire de la baie de James. La profondeur à l'intérieur de chaque mare est généralement inférieure à un mètre; chacune des mares est entourée d'un épais tapis de sphaignes.

ANALYSE PHYSICOCHIMIQUE

Les échantillons d'eau ont été prélevés à une profondeur d'un demi-mètre à un mètre, à l'aide d'un hydrocapteur de type Kemmerer d'une capacité de 1,2 litre. Chaque échantillon était réparti en trois bouteilles. La première, conservée à 4°C, a servi à l'analyse du pH et des bicarbonates au laboratoire du lac Hélène. Les deux autres bouteilles ont été envoyées au laboratoire du Ministère des richesses naturelles, à Québec. L'une, conservée à 4°C, a servi à l'analyse des chlorures, des sulfates, du carbone organique et inorganique, du phosphore total, de la silice et de la conductivité. L'autre, acidifiée à pH 2, a servi à l'analyse du sodium, du potassium, du magnésium et du fer. Le tableau I résume les principales caractéristiques physicochimiques de l'eau aux différentes dates d'échantillonnage et indique les appareils utilisés pour l'analyse des paramètres.

ANALYSE DU ZOOPLANCTON

Neuf échantillons de zooplancton ont été recueillis du 27 juin au 10 octobre à l'aide d'une bouteille Van Dorn de six litres. Les prélèvements étaient faits au centre des mares, c'est-à-dire dans un milieu dépourvu de végétation. Le plancton était ensuite filtré dans un filet Wisconsin n° 25 (mailles de 153 μm) et fixé au formol à 5%. Le comptage, fait au microscope inversé sur cinq sous-échantillons de 5 ml, nous a permis d'évaluer la densité de peuplement exprimée en nombre d'individus par litre. Nous avons ensuite évalué les biomasses des différentes espèces. Pour la majorité d'entre elles, nous avons utilisé les estimations de Nauwerck (1963). Nous avons aussi calculé la biomasse de certaines espèces à partir des relations masse-longueur données par différents auteurs: copépodes (Klekowski et Shushkina, 1966 *in* Patalas 1970), *Polyphemus pediculus* (Shcherbakov, 1952 *in* Edmonson et Winberg, 1971). Pour *Streblocerus serricaudatus* et *Acantholeberis curvirostris*, nous avons utilisé la relation masse-longueur donnée pour *Bosmina* (Pechen, 1965 *in* Edmonson et Winberg, 1971).

Résultats

COMPOSITION SPÉCIFIQUE

Le zooplancton des mares se compose de 39 espèces, dont 19 de Rotifères, 9 de Cladocères, 9 de Protozoaires et 2 de Copépodes (tableau II). Il est caractérisé par la prédominance de *Difflugia bacillifera* (25,4%), *D. rubescens* (12,6%), *Polyphemus pediculus* (11,6%), *Streblocerus serricaudatus* (8,6%), *Difflugia oblonga* (8,5%) et *Lecane luna* (6,4%). Nous retrouvons aussi assez communément *Difflugia acumina-*

TABLEAU I

Caractéristiques physicochimiques de l'eau des mares de la tourbière réticulée de juin à novembre 1974.

Paramètres	*Appareil*	*23-VI au 6-VII*	*7-VII au 20-VII*	*21-VII au 3-VIII*	*4-VIII au 17-VIII*	*18-VIII au 31-VIII*	*1-IX au 14-IX*	*15-IX au 28-IX*	*29-IX au 9-X*	*10-X au 16-X*	*27-XI*	*Moyenne*
pH	pH-mètre Leeds & Northrup	5,1	5,2	4,7	5,0	4,5	4,3	4,3	4,5	4,4	4,5	4,7
Température (°C)	Thermomètre de l'hydrocapteur Kemmerer	17,0	14,0	15,0	12,0	14,0	7,0	9,0	1,5	0,5	0,5	9,1
O_2 dissous (mg/1)	Winkler	7,0	5,0	3,2	8,0	8,0	9,0	9,8	11,2	7,7	3,8	7,3
% de saturation en O_2		73	49	32	75	79	75	86	81	55	27	63,2
Conductivité (µmhos/cm)	Conductivimètre	15,0	22,0	19,7	20,7	49,0	31,0	34,5	30,0	36,5	30,9	28,9
Bicarbonates (ppm)	pH-mètre Leeds & Northrup	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0	—
Calcium (ppm)	Absorption atomique	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,5	—
Magnésium (ppm)	Absorption atomique	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—
Sodium (ppm)	Absorption atomique	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	—
Potassium (ppm)	Absorption atomique	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	—
Chlorures (ppm)	Technicon AA-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1	—
Sulfates (ppm)	Technicon AA-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,0	—
Fer (ppm)	Technicon AA-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	—
Silice (ppm)	Technicon AA-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,2	—
Carbone inorganique (ppm)	Carbon analyser	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,5	—
Carbone organique (ppm)	Carbon analyser	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,5	—
Phosphore total (ppm)	Technicon AA-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,02	—

ta parmi les Protozoaires, *Euchlanis dilatata*, *Trichocerca cylindrica*, *Trichocerca similis* et *Ploesoma lenticulare* chez les Rotifères ainsi que *Alonella excisa*, *Acroperus harpae*, *Chydorus sphaericus*, *C. piger* chez les Cladocères et *Tropocyclops prasinus* chez les Copépodes.

TABLEAU II

Les espèces zooplanctoniques récoltées de juin à octobre 1974 dans la tourbière réticulée.

Espèces	*N*	%	*V*	*M*
Protozoaires				
Difflugia sp. Leclerc	28	1,2	5×10^4	1,4
Difflugia urceolata Carter	10	0,4	5×10^4	0,5
Difflugia lebes Penard	7	0,3	5×10^4	0,4
Difflugia rubescens Penard	293	12,6	5×10^4	14,7
Difflugia bacillifera Penard	591	25,4	5×10^4	29,6
Difflugia oblonga Ehrenberg	198	8,5	5×10^4	9,9
Difflugia acuminata Ehrenberg	31	1,3	5×10^4	1,6
Paraquadrula sp. Deflandre	7	0,3	5×10^4	0,4
Actinosphaerium sp. Stein	7	0,3	5×10^4	0,4
Rotifères				
Euchlanis dilatata Ehrenberg	34	1,5	4×10^5	13,6
Euchlanis sp. Ehrenberg	14	0,6	4×10^5	5,6
Keratella cochlearis (Gosse 1851)	12	0,5	5×10^4	0,6
Kellicottia longispina (Kellicott 1859)	7	0,3	1×10^5	0,7
Trichotria tetractis (Ehrenberg 1830)	24	1,0	2×10^5	4,8
Lecane luna (Müller 1776)	150	6,4	4×10^5	60,0
Lecane (Monostyla) quadridentatus (Ehrenberg 1832)	3	0,1	4×10^5	1,2
Lecane (Monostyla) lunaris (Ehrenberg 1832)	14	0,6	4×10^5	5,6
Proalinopsis sp. Weber	3	0,1	1×10^5	0,3
Proalinopsis caudatus	3	0,1	1×10^5	0,3
Cephalodella sp. Bory de St-Vincent	17	0,7	$1,2 \times 10^5$	2,0
Trichocerca cylindrica (Imhof 1891)	64	2,7	$1,2 \times 10^5$	7,7
Trichocerca similis	45	1,9	$1,2 \times 10^5$	5,4
Trichocerca platessa Myers 1934	3	0,1	$1,2 \times 10^5$	0,4
Gastropus sp. Imhof 1888	11	0,5	$5,5 \times 10^5$	6,1
Paradicranophorus sp. Wiszniewski	15	0,6	4×10^5	6,0
Asplanchna sp. Gosse 1850	3	0,1	$1,65 \times 10^8$	495,0
Ploesoma lenticulare Herrick 1885	28	1,2	$5,5 \times 10^5$	15,4
Polyarthra vulgaris Carlin 1943	14	0,6	$5,5 \times 10^5$	7,7
Cladocères				
Polyphemus pediculus (Linné) 1761	271	11,6	$1,4 \times 10^9$	379 400
Ceriodaphnia quadrangula (O.F. Muller) 1785	5	0,2	5×10^7	250
Bosmina longirostris (O.F. Müller) 1785	1	0,1	$5,5 \times 10^7$	55
Streblocerus serricaudatus (Fischer) 1849	199	8,6	$1,2 \times 10^7$	2 388
Acantholeberis curvirostris (O.F. Müller) 1776	12	0,5	$1,8 \times 10^8$	2 160
Acroperus harpae Baird 1843	26	1,1	1×10^7	1 260
Chydorus sphaericus (O.F. Müller) 1785	40	1,7	1×10^7	400
Chydorus piger Sars 1862	30	1,3	1×10^7	300
Alonella excisa (Fischer) 1854	51	2,2	1×10^7	510
Copépodes				
Leptodiaptomus minutus Lilljeborg 1889	6	0,3	7×10^7	420
Tropocyclops prasinus (Fischer) 1860 (adultes)	9	0,4	4×10^7	360
(copépodes)	41	1,7	$1,5 \times 10^7$	615

Fréquence (N), abondance relative (%), volume (V en μm^3) et biomasse (M en μg)

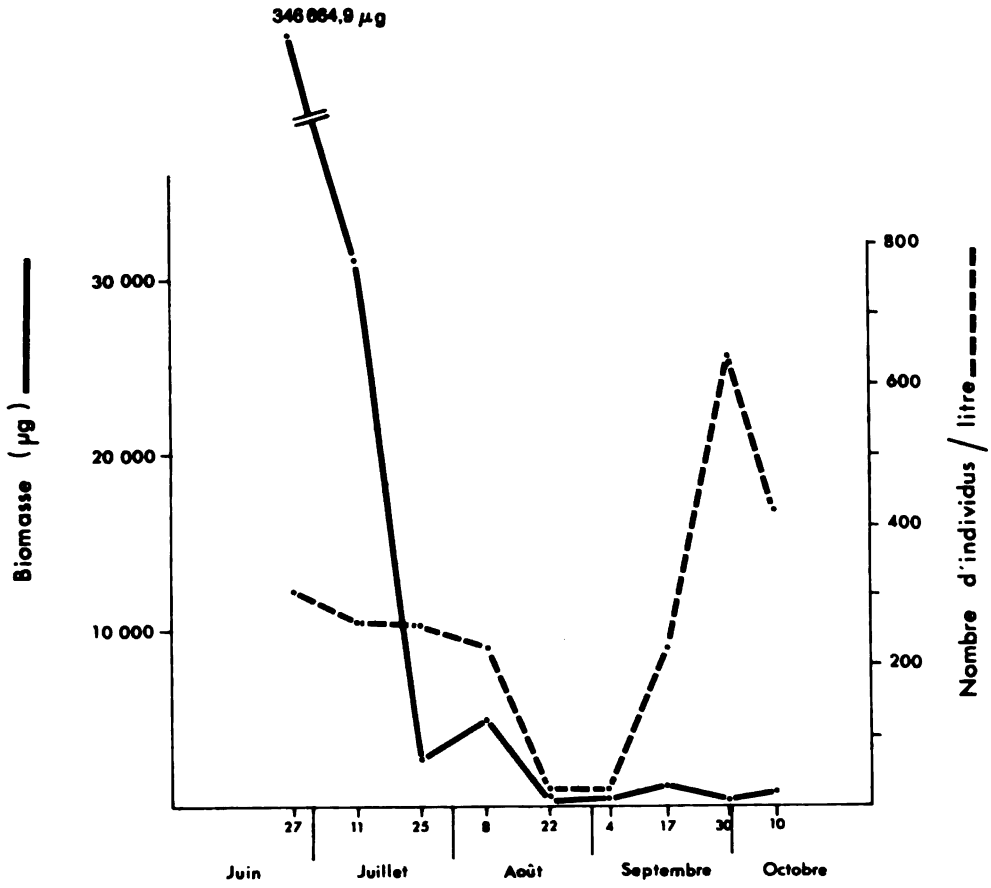


Figure 1. Biomasse et densité du peuplement zooplanctonique dans une tourbière réticulée du territoire de la baie de James de juin à octobre 1974.

DENSITÉ ET BIOMASSE DU ZOOPLANCTON AU COURS DE LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE

La densité du peuplement du zooplancton varie beaucoup au cours de la saison d'échantillonnage (fig. 1). Supérieure à 300 individus par litre le 27 juin, elle baisse brusquement au début du mois d'août. Dans les échantillons du 22 août et du 4 septembre, elle n'est plus que de 28 et 26 individus par litre. Nous observons ensuite une rapide remontée en septembre jusqu'à un maximum de 645 individus par litre le 30 de ce mois.

La biomasse est aussi très variable. Elle est très élevée le 27 juin (346 665 µg/l), puis elle diminue rapidement jusqu'au 25 juillet (2 326 µg/l). Contrairement à ce que nous observons pour la densité, la biomasse augmente légèrement au début août (5 083 µg/l) pour ensuite diminuer jusqu'à 160 µg/l le 22 août et garder des valeurs relativement stables durant les mois de septembre et octobre.

VARIATION DE LA COMMUNAUTÉ ZOOPLANCTONIQUE AU COURS DE LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE

La proportion des Protozoaires, des Rotifères, des Cladocères et des Copépodes est variable au cours de la période d'échantillonnage (tableau III). En juin, les Cladocères prédominent (87% du zooplancton); du 11 juillet au 4 septembre, les Rotifères sont généralement les plus fréquents (en moyenne 41% de tous les organismes zooplanctoniques); ils sont associés aux Cladocères (35%), aux Copépodes (13%) et aux Protozoaires (10%). À partir de la mi-septembre, les Protozoaires se développent rapidement et atteignent leur densité maximale de peuplement le 30 septembre avec 574 individus par litre. Ils représentent alors 88% de la communauté zooplanctonique.

La biomasse relative des différents groupes varie par contre très peu au cours de la période d'échantillonnage. Les Cladocères prédominent, représentant en moyenne 84,6% de la biomasse totale. Viennent ensuite les Copépodes (12,8%), les Rotifères (1,4%) et les Protozoaires (1,2%). Cependant, à la mi-septembre, les Copépodes prennent de l'importance: ils représentent 36% de la biomasse le 17 septembre, atteignent 47% le 30 septembre et diminuent en octobre (8%).

SUCCESSION ET DÉVELOPPEMENT DES ESPÈCES DANS LES DIVERS PEUPLEMENTS

La succession des espèces au sein des divers peuplements explique les variations observées dans la composition globale du zooplancton.

Ainsi, le tableau IV et la figure 2 montrent que l'importance tant numérique que pondérale des Cladocères à la fin juin est due à l'espèce *Polyphemus pediculus* qui constitue alors une importante population en pleine reproduction parthénogénétique (247 indivi-

TABLEAU III

Nombre d'individus par litre (n/l) et biomasse (M en µg/l) des différents groupes de zooplanctontes et du zooplancton total récoltés dans la tourbière réticulée de juin à octobre 1974.

Groupes taxonomiques	27-VI		11-VII		25-VII		8-VIII		22-VIII		4-IX		17-IX		30-IX		10-X		*Total*	
	n/l	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*
Cladocères	265	346 164	70	31 116	115	1 938	51	4 750	10	100	12	142	40	735	15	152	57	626	635	385 723
Copépodes	—	—	28	113	48	359	31	305	7	3	—	—	6	420	9	166	4	60	133	1 426
Protozoaires	21	1	41	2	18	1	66	3	—	—	—	—	153	8	574	29	297	15	1 172	59
Rotifères	17	500	130	41	77	28	79	25	11	4	14	2	30	10	47	10	59	20	464	640
Total	303	346 665	269	31 272	258	2 326	229	5 063	26	107	26	144	229	1 173	645	357	417	721	2 404	387 848

TABLEAU IV

Nombre d'individus par litre (n/l) et biomasse (µg/l) des différentes espèces de Cladocères récoltés dans la tourbière réticulée de juin à octobre 1974.

Espèces de cladocères	27-VI		11-VII		25-VII		8-VIII		22-VIII		4-IX		17-IX		30-IX		10-X		Total	
	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M
Polyphemus pediculus	247	345 800	21	29 400	—	—	3	4 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	271	379 400
Ceriodaphnia quadrangula	—	—	—	—	2	100	—	—	—	—	—	—	3	150	—	—	—	—	5	250
Bosmina longirostris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	55	—	—	—	—	1	55
Streblocerus serricaudatus	7	84	18	216	99	1 188	35	420	—	—	11	132	—	—	1	12	28	336	199	2 388
Acantholeberis curvirostris	1	180	7	1 260	3	540	—	—	—	—	—	—	1	180	—	—	—	—	12	2 160
Acroperus harpae ♀ (♀°)	3	30	3	30	—	—	3	30	7	70	1	10	7	70	1	10	1	10	26	260
Chydorus sphaericus	1	10	4	40	7	70	3	30	—	—	—	—	11	110	3	30	11	110	40	400
Chydorus piger ♀ (♂)	3	30	14	140	3	30	7	70	—	—	—	—	—	—	3	30	—	—	30	300
Alonella excisa ♀ (♀° ou ♂)	3	30	3	30	1	10	—	—	3	30	—	—	14	140	5	50	11	110	51	510
Total	265	346 164	70	31 116	115	1 938	51	4 750	10	100	12	142	40	735	15	152	57	626	635	385 723

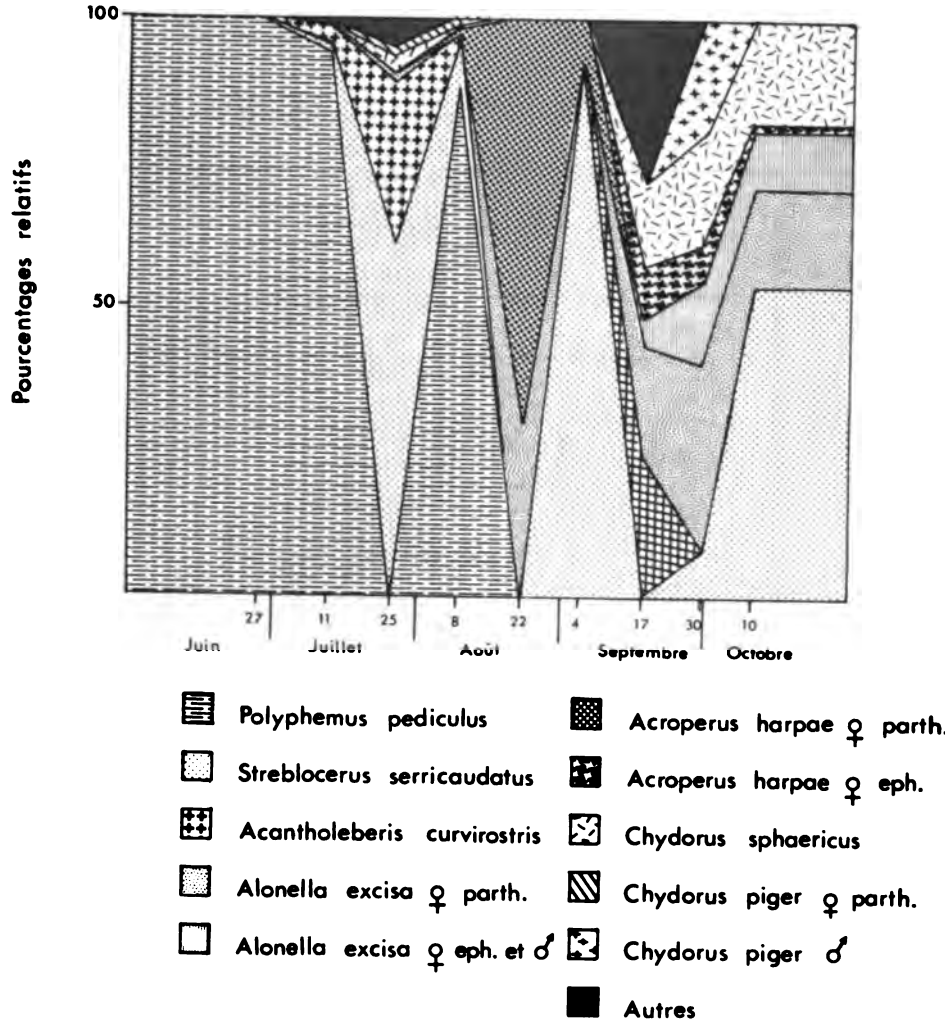


Figure 2. Biomasses relatives des différentes espèces de Cladocères de juin à octobre 1974 dans une tourbière réticulée du territoire de la baie de James

dus/litre et 99,9% de la biomasse). Cette espèce disparaît ensuite pour faire place à *Streblocerus serricaudatus* qui atteint la densité maximale de 99 individus par litre (86% des Cladocères) et une biomasse de 1 188 μg/l (61% de la biomasse totale) le 25 juillet; plus tard dans la saison, bien que la densité soit plus faible (11 individus par litre le 4 septembre et 28 individus par litre le 10 octobre), ce Macrothricide constitue encore une forte proportion de la biomasse du peuplement de Cladocères (respectivement 93 et 54%). *Acantholeberis curvirostris* est peu abondant (densité maximale de 7 individus/litre le 11 juillet). Malgré sa grande taille, (1,8 × 10^3 μm^3) et sa masse élevée (1 260 μg), il ne représente à cette date que 4,1% de la biomasse totale des Cladocères; c'est alors une autre espèce de grande taille, *Polyphemus pediculus*, qui prédomine. En l'absence de cette dernière, sa contribution à la biomasse zooplanctonique s'élève proportionnellement (28% le 25 juillet et 24% le 17 septembre). Parmi les Chydoridae, *Alonella excisa* est l'espèce la plus importante durant l'autom-

TABLEAU V

Nombre d'individus par litre (n/l) et biomasse (M en µg/l) des différentes espèces de Rotifères récoltés dans la tourbière réticulée de juin à octobre 1974.

Espèces de rotifères	27-VI		11-VII		25-VII		8-VIII		22-VIII		4-IX		17-IX		30-IX		10-X		Total	
	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M
Euchlanis dilatata	—	—	3	1,2	11	4,4	3	1,2	7	2,8	—	—	—	—	3	1,2	7	2,8	34	13,6
Euchlanis sp.	—	—	11	4,4	—	—	3	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	5,6
Keratella cochlearis	—	—	3	0,2	—	—	—	—	—	—	3	0,2	3	0,2	3	0,2	—	—	12	0,8
Kellicottia longispina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	0,7	—	—	—	—	—	—	7	0,7
Trichotria tetractis	—	—	—	—	—	—	11	2,2	—	—	—	—	3	0,6	3	0,6	7	1,4	24	4,8
Lecane luna	11	4,4	28	11,2	28	11,2	39	15,6	1	0,4	1	0,4	14	5,6	3	1,2	25	10,0	150	60,0
Monostyla quadridentata	—	—	—	—	—	—	3	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1,2
Monostyla lunaris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1,2	11	4,4	14	5,6
Proalinopsis sp.	—	—	—	—	3	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	3	0,3
Proalinopsis caudatus	—	—	—	—	3	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,3
Cephalodella sp.	—	—	11	1,3	—	—	3	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,4	17	2,1
Trichoceca cylindrica	3	0,4	28	3,4	—	—	—	—	3	0,4	3	0,4	—	—	25	3,0	2	0,2	64	7,8
Trichocerca similis	—	—	14	1,7	14	1,7	14	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,4	45	5,5
Trichocerca platessa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,4	—	—	—	—	3	0,4
Gastropus sp.	—	—	11	6,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	11	6,1
Paradicranophorus sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	2,8	7	2,8	1	0,4	15	6,0
Ploesoma lenticulare	—	—	18	9,9	7	3,9	3	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	15,5
Polyarthra vulgaris	—	—	3	1,7	11	6,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	7,8
Asplanchna sp.	3	495,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	495,0
Total	17	499,8	130	41,1	77	27,9	79	25,7	11	3,6	14	1,7	30	9,6	47	10,2	59	20,0	464	639,1

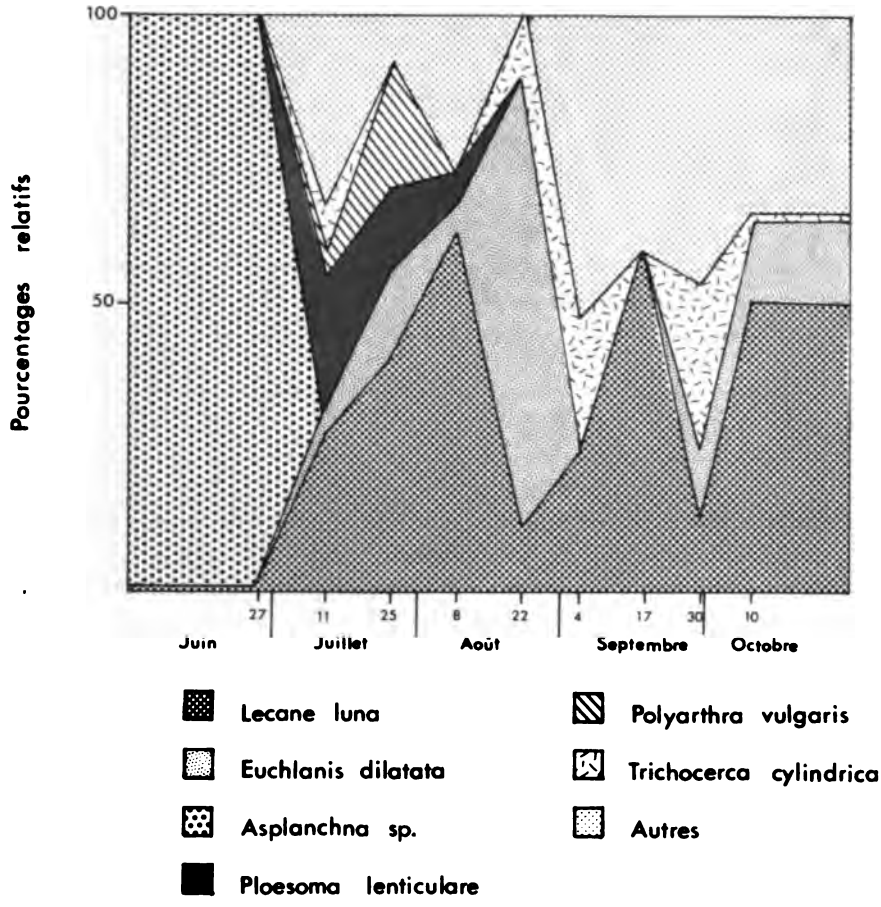


Figure 3. Biomasses relatives des différentes espèces de Rotifères de juin à octobre 1974 dans une tourbière réticulée du territoire de la baie de James.

ne (17 individus par litre et 23% de la biomasse). *Chydorus piger* atteint sa densité et sa biomasse maximale à la mi-juillet (14 individus par litre et 140 μg), mais il ne contribue alors qu'à une faible proportion de la biomasse des Cladocères (0,5%); celle-ci est constituée à 95% par *Polyphemus pediculus*. L'espèce voisine *C. sphaericus* est plus fréquente en automne (11 individus par litre le 17 septembre et 10 octobre), mais compte tenu de sa petite taille, elle ne représente que 15 et 18% de la biomasse totale. *Acroperus harpae* est plus abondant en août et septembre, bien que sa densité n'atteigne que 7 individus par litre le 22 août et 17 septembre et sa biomasse 70 μg/l.

Au cours de la période d'échantillonnage, trois espèces de Cladocères ont une reproduction sexuée. Des mâles et des femelles éphippiales font leur apparition le 17 septembre chez *Alonella excisa* et *Acroperus harpae* et le 30 septembre chez *Chydorus piger*. Par contre, *Polyphemus pediculus*, *Streblocerus serricaudatus*, *Acantholeberis curvirostris* et *Chydorus sphaericus* ont toujours été trouvés sous forme de femelles parthénogénétiques.

Lecane luna représente la majorité des Rotifères à la fin juin (64%) avec seulement 11 individus par litre (tableau V). Cependant, cette espèce a une importance restreinte en biomasse (1%) à

cause de la présence du gros Rotifère *Asplanchna* sp. (fig. 3). En juillet et août, elle atteint sa densité maximale (28 et 39 individus par litre), et aussi sa plus forte biomasse (11 et 16 μg/litre). Au cours de la période d'échantillonnage, elle constitue généralement une forte proportion, tant au point de vue numérique qu'en biomasse, exception faite des échantillons du 22 août, des 4 et 30 septembre, où cette espèce ne représente respectivement que 9,7 μg/l et 6% du peuplement, et 11,25 μg/l et 12% de la biomasse. *Asplanchna* sp. ne se retrouve qu'en juin; il est peu abondant mais très important en biomasse (495 μg/l et 99%) à cause de sa grande taille (fig. 3). *Trichocerca cylindrica* constitue une forte population le 11 juillet (28 individus par litre) et le 30 septembre (25 individus par litre) avec des biomasses respectives de 3,4 et 3,0 μg/l. *Euchlanis dilatata* a une importance relativement grande le 25 juillet, tant en densité qu'en biomasse (11 individus et 4,4 μg/l). Le 22 août, cette espèce est moins abondante (7 individus par litre) mais elle représente 79% de la biomasse des Rotifères, qui est faible (3,6 μg/l) à cette date (tableau V). *Ploesoma lenticulare* et *Polyarthra vulgaris* se retrouvent surtout en juillet avec des densités maximales de 18 et 11 individus par litre, et des biomasses de 9,9 μg/l (24%) et 6,1 μg/l (22%) respectivement.

Les Protozoaires sont particulièrement abondants durant l'automne (tableau VI). Les deux Protozoaires dominants *Difflugia bacillifera* et *D rubescens* atteignent leurs densités maximales à la fin du mois de septembre et constituent une forte proportion de la biomasse des Protozoaires (63 et 39%). Rappelons toutefois que, malgré leur forte abondance, ces organismes ne représentent pas plus de 8% de la biomasse totale du zooplancton.

Les Copépodes se reproduisent principalement en été (du 11 juillet au 8 août), où apparaît la plus forte production de nauplies (tableau VII), qui sont pour la plupart des nauplies de Cyclopoïdes comme l'indique le maximum de production de Copépodites observé 15 jours plus tard chez le Cyclopoïde *Tropocyclops prasinus*, dont nous avons trouvé des adultes en juillet et à la fin septembre. Cette espèce constitue la majeure partie de la biomasse des Copépodes. Le Calanoïde *Leptodiaptomus minutus* est représenté par trois mâles et trois femelles récoltés dans l'échantillon du 17 septembre.

Discussion

COMPOSITION SPÉCIFIQUE

Les Protozoaires et les Cladocères qui dominent la communauté zooplanctonique de la tourbière sont tous des espèces caractéristiques des milieux acides et tourbeux où s'effectue une accumulation de matières organiques (Brooks, 1959; Deflandre, 1959; Batut, 1965; Fryer, 1974; Sprules, 1975; Margaritora *et al.*, 1975). Chez les Cladocères en particulier, les dominances observées se comparent à celles rapportées par Margaritora *et al.* (1975) dans un lac de tourbière (pH: 5,2-5,8) situé dans les Laurentides au nord de Montréal où *Polyphemus pediculus* est aussi l'espèce la plus fréquente en juillet et août. Elles diffèrent par contre de celles décrites par Daggett et Davis (1974) dans des étangs et marécages acides de la région de Terre-Neuve, où *Acantholeberis curvirostris, Biapertura intermedia, Chydorus sphaericus* et *Ilyocryptus spinifer* sont les plus abondants, et de celles décrites par Carter (1971) dans des étangs acides (pH: 5,2) de la baie Georgienne où *Bosmina longirostris, Daphnia ambigua, Ceriodaphnia lacustris* et *Diaptomus reighardi* sont les espèces dominantes. Dans la région de la baie de James les Cladocères *Polyphemus pediculus* et *Streblocerus serricau-*

TABLEAU VI

Nombre d'individus par litre (n/l) et biomasse (M en μg/l) des différentes espèces de Protozoaires récoltés dans la tourbière réticulée de juin à octobre 1974.

Espèces de protozoaires	27-VI		11-VII		25-VII		8-VIII		22-VIII		4-IX		17-IX		30-IX		10-X		Total	
	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M	n/l	M
Difflugia sp.	7	0,4	21	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	1,5
Difflugia urceolata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0,2	7	0,4	10	0,6
Difflugia lebes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	0,4	7	0,4
Difflugia rubescens	7	0,4	14	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	32	1,6	141	7,1	99	5,0	293	14,8
Difflugia bacillifera			3	0,2	11	0,6	39	2,0	—	—	—	—	61	3,1	360	18,0	117	5,9	591	29,8
Difflugia oblonga	7	0,4	3	0,2	7	0,4	29	1,5	—	—	—	—	53	2,7	42	2,1	57	2,9	198	10,2
Difflugia acuminata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	1,4	3	0,2	31	1,6
Paraquadrula sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	0,4	—	—	—	—	7	0,4
Actinosphaerium sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	0,4	7	0,4
Total	21	1,2	41	2,2	18	1,0	88	3,5	—	—	—	—	153	7,8	574	28,8	297	15,2	1 172	59,7

TABLEAU VII

Nombre d'individus par litre (n/l) et biomasse (M en µg/l) des différents stades et espèces de Copépodes récoltés dans la tourbière réticulée de juin à octobre 1974.

Espèces de copèpodes et stades	*27-VI*		*11-VII*		*25-VII*		*8-VIII*		*22-VIII*		*4-IX*		*17-IX*		30-IX		10-X		*Total*	
	n/l	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*	*n/l*	*M*
Leptodiaptomus minutus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	420,0	—	—	—	—	6	420,0
Tropocyclops frasinus	—	—	—	—	6	240,0	—	—	—	—	—	—	—	—	3	120,0	—	—	9	360,0
Nauplies	—	—	21	8,4	35	14,0	11	4,8	7	2,8	—	—	—	—	3	1,2	—	—	77	31,2
Copèpodites cyclopoides II	—	—	—	—	—	—	7	105,0	—	—	—	—	—	—	3	45,0	3	45,0	13	195,0
Copèpodites cyclopoides III	—	—	7	105,0	—	—	3	45,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	150,0
Copèpodites cyclopoides IV	—	—	—	—	7	105,0	7	105,0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	15,0	15	225,0
Copèpodites cyclopoides V	—	—	—	—	—	—	3	45,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	45,0
Total			28	113,4	48	359,0	31	304,8	7	2,8			6	420,0	9	166,2	4	60,0	133	1 426,2

datus ne sont pas caractéristiques des tourbières réticulées car on les retrouve aussi en grand nombre dans la végétation littorale immergée des petits lacs du bassin de La Grande Rivière près de LG-2 où le pH moyen est de 6,7 (Pinel-Alloul, 1977). Plus précisément, il semble que *S. serricaudatus* ait un habitat strictement littoral (Brooks, 1959; Smirnov et Davis, 1973; Daggett, 1973 et Margaritora *et al.*, 1975) tandis que *P. pediculus* serait plutôt une espèce ubiquiste que l'on trouve aussi bien dans la zone limnétique des Grands Lacs (Wells, 1960; Brandlova *et al.*, 1972), des lacs arctiques et subarctiques (Reed, 1963), des lacs du parc des Laurentides (Bernard, 1970; Bernard et Lagueux, 1972), du bassin de la rivière Matamek (Pope, 1973) et du parc de la Gatineau (Morry *et al.*, 1973) que dans la zone littorale des lacs, étangs et marécages de Terre-Neuve (Smirnov et Davis, 1973; Daggett et Davis, 1974 et 1975).

Dans l'ensemble, nous avons recueilli moins d'espèces de crustacés (9 Cladocères, 2 Copépodes) dans la tourbière réticulée que Daggett et Davis (1974, 1975) dans les étangs de Terre-Neuve (17 Cladocères et 7 Copépodes). Ceci s'explique par les différentes techniques d'échantillonnage utilisées pour les deux études; nous avons échantillonné dans les eaux libres seulement avec un filet de 153 μm de grandeur de mailles, tandis que Daggett et Davis ont échantillonné à la fois dans les eaux libres, dans la végétation et dans la vase des sédiments avec un filet de 55 μm d'ouverture de mailles. Il est fort probable que l'inventaire de la flore muscinale elle-même et l'utilisation d'un filet plus fin auraient permis de récolter un plus grand nombre de Macrothricidae et de Chydoridae qui s'y nichent (Batut, 1965).

DENSITÉ ET DYNAMIQUE SAISONNIÈRE DES PEUPLEMENTS

Nous ne possédons pas d'information sur l'abondance du zooplancton dans d'autres tourbières du Québec. Il semble cependant que les tourbières réticulées supportent une forte densité de zooplancton car Selgeby (1975) ne rapporte que des valeurs de 1,2 à 16 individus/1 (moyenne de 4,6 ind./1) pour la densité des Crustacés (Rotifères et Protozoaires non inclus) dans la rivière Sainte-Marie, affluent du lac Supérieur.

La brusque chute de la densité zooplanctonique à la fin août et au début septembre coïncide avec un changement important dans la composition numérique du zooplancton, les peuplements de Cladocères et des Rotifères cédant la place à celui des Protozoaires. L'explosion du peuplement des Protozoaires en septembre et octobre s'explique par les caractéristiques écologiques particulières des *Difflugia* sp.; lorsque la teneur en oxygène dissous baisse, ces espèces méroplanctoniques produisent des formes planctoniques par diminution de la taille des particules du test et l'apparition de vacuoles gazeuses (Green, 1963).

Quant à la dynamique des espèces au sein du peuplement de Cladocères, Daggett et Davis (1974) ont aussi remarqué que les populations de *Polyphemus pediculus* de Terre-Neuve présentent un développement monocyclique mais n'atteignent leur abondance maximale qu'à la mi-août. Il semblerait aussi que les Chydoride s *(A. excisa, C. piger, C. sphaericus* et *A. harpae)* présentent des développements saisonniers très variables d'un milieu à l'autre; ainsi, *A. excisa* est le Chydoride le plus fréquent à l'automne dans notre tourbière et à Terre-Neuve (Daggett et Davis, 1974); par contre, il présente un maximum d'abondance en juin au lac Elk, Minnesota (Whiteside, 1974) et dans les eaux libres d'une tourbière à sphaignes de la région parisienne (Batut, 1965). *C. sphaericus* a parfois un développement plus

précoce en mars-avril (Goulden, 1971; Batut, 1965) ou à la fin juin (Daggett et Davis, 1974), mais il peut aussi avoir trois maximums d'abondance consécutifs, le 25 juin, le 3 août et le 15 octobre (Whiteside, 1974). *C. piger* domine en mai et juillet au lac Lacawac, Pennsylvanie (Goulden, 1971) avec *A. harpae* qui présente aussi le même type de développement au lac Elk (Whiteside, 1974).

Au point de vue biomasse, nous avons mis en évidence le rôle important que jouent les Cladocères et en particulier *Polyphemus pediculus*. Cela est dû à la grande taille de ces organismes.

Certains Cladocères qui ne présentent pas de génération amphimixique (*C. sphaericus* et *P. pediculus*) à la tourbière réticulée, ont déjà été trouvés sous formes de mâles et de femelles éphippiales dans d'autres milieux. Ainsi, des mâles de ces deux espèces sont signalés par Daggett et Davis (1974) aux mois de septembre et octobre dans des étangs de Terre-Neuve; toutefois *C. sphaericus* au lac Lawrence, Michigan (Keen, 1973) et au lac Geai, Québec (Margaritora *et al.*, 1975) poursuit son développement parthénogénétique durant l'hiver.

Les Cladocères qui ont une reproduction sexuée à l'automne *(A. excisa, A. harpae* et *C. piger)* présentent le même type de développement dans le sud du Québec (Margaritora *et al.*, 1975), au Michigan (Keen, 1973) et à Terre-Neuve (Daggett et Davis, 1974); cependant, *Alonella excisa* a un cycle plus court dans la tourbière étudiée qu'à Terre-Neuve où la génération amphimixique n'apparaît pas avant la fin d'octobre. Dans de petits étangs polonais, cette espèce porte des éphippiums de la mi-septembre à la mi-octobre comme à la baie de James (Proszynka, 1962).

Conclusion

Ce travail ne permet pas de dresser un inventaire complet de la faune des Crustacés, des Rotifères et des Protozoaires des tourbières réticulées du nord du Québec: le filet à plancton utilisé ne retient pas les très petites espèces; de plus, ces neuf échantillons ont été prélevés uniquement dans les eaux libres. Il donne néanmoins un premier aperçu de la communauté zooplanctonique de ce milieu bien particulier, et il fournit des indications plus précises sur la biologie des Cladocères. Les tourbières réticulées de la baie de James supportent une communauté zooplanctonique dense (269 individus par litre en moyenne) et très riche en Cladocères et en Protozoaires typiques des eaux acides et tourbeuses *(Polyphemus pediculus, Streblocerus serricaudatus, Difflugia bacillifera, D. rubescens* et *D. oblonga).* La biomasse est constituée principalement par les Cladocères, et plus particulièrement par l'espèce *Polyphemus pediculus*. Bien que les Protozoaires sont retrouvés en grand nombre (130 individus par litre en moyenne), ce groupe ne représente qu'un faible pourcentage de la biomasse. Nous avons montré, enfin, qu'il existe une succession nette des espèces au sein du peuplement des Cladocères.

Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce au concours des biologistes du Service environnement de la Société d'Énergie de la Baie James. M. René Tridemy s'est chargé de la préparation des figures et Mmes Diane Lorazo et Marielle Chevrefils ont dactylographié le texte. À tous, nous disons notre sincère gratitude.

Références

BATUT, J., 1965. Étude de la faune submicroscopique de quelques tourbières *spagnum*. — Hydrobiologia, 25: 239-276.

BERNARD, J. G., 1970. Spectre planctonique (Cladocères et Copépodes) du lac Bédard, Fo-

rêt Montmorency. — Thèse de doctorat, Université Laval, Québec.

BERNARD, J. G., et R. LAGUEUX, 1972. Association planctonique (Cladocères et Copépodes) d'un lac dimictique du parc des Laurentides, Québec. — Naturaliste can., 99: 381-409.

BRANDLOVA, J., Z. BRANDL and C. H. FERNANDO, 1972. The Cladocera of Ontario with remarks on some species and distribution. — Can. J. Zool., 50: 1373-1403.

BROOKS, J. L., 1959. Cladocera p. 587-656. *In*: W. T. Edmondson (Ed.), Freshwater Biology. Wiley and Sons, N.Y. and Lond. 1248 p.

CARTER, J.C.H., 1971. Distribution and abundance of planktonic crustacea in Ponds near Georgian Bay (Ontario, Canada) in relation to hydrography and water chemistry. — Arch. Hydrobiol. 68 (2): 204-231.

DAGGETT, R. F., 1973. An ecological study of some littoral freshwater microcrustaceans (Cladocera and Copepoda) in Newfoundland. — M. Sc. Thesis, Mem. Univ. of Newfoundland, 150 p.

DAGGETT, R. F., et C. C. DAVIS, 1974. A seasonal quantitative study of the littoral Cladocera and Copepoda in a bog pond and an acid marsh in Newfoundland. — Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol., 59 (5): 667-683.

DAGGETT, R. F., et C. C. DAVIS, 1975. Distribution and occurrence of some littoral freshwater microcrustaceans in Newfoundland. — Naturaliste can., 102: 45-55.

DEFLANDRE, G., 1959. Rhizopoda and Actinopoda p. 232-264. *In*: W. T. Edmondson (Ed.) Freshwater Biology, Wiley and Sons, N.Y. and Lond., 1248.

EDMONDSON, W. T., and G. G. WINBERG, 1971. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. — IBP handbook, No. 17, International Biological Programme, 7 Marylebone Road, London, 358 p.

FRYER, D. G., 1974. Evolution and adaptive radiation in the Macrothricidae (Crustacea: Cladocera): a study in comparative functional morphology and ecology. — Phil. Trans. R. Soc., London (B), 269: 137-274.

GOULDEN, C. E., 1971. Environmental control of the abundance and distribution of the Chydorid Cladocera. — Limnol. Oceannogr., 16: 320-331.

GREEN, J., 1963. Zooplankton of the river Sokoto. The Rhizopoda testacea. — Proc. Zool.Soc. Lond., 141: 497-514.

JUDAY, C., 1927. Freshwater Cladocera from the east shore of Hudson and James Bays. — Can. Field Nat., 41: 130-131.

KEEN, R., 1973. A probabilistic approach to the dynamics of the Chydroridae (Cladocera, Crustacea). — Ecology, 54: 524-534.

KLEKOWSKI, R. and SHUSHKINA, E. A., 1966. Ernährung, Atmung, Wachstum und Energie-Umformung in *Macrocyclops albidus* Jurine. — Verh. Int. Verein Limnol. 16: 399-418.

MARGARITORA, F. G., E. MAGNIN et B. PINEL-ALLOUL, 1975. Les Cladocères littoraux de trois lacs des Laurentides à Saint-Hyppolyte (Québec). — Can. J. Zool., 53: 1898-1906.

MORRY, C. J., P. CUERRIER and D. J. FABER, 1973. Crustacean plankton of Gatineau Park, Québec. — Naturaliste can., 100: 551-560.

NAUWERCK, A., 1963. Die Beziehungen Zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. — Symbolae Botanicae, Upsal., 17 (5): 1-163.

PATALAS, K., 1970. Primary and secondary production in a lake heated by thermal power plant. Inst. of Environmental Sc, 1970 Proceedings, 16th Annual Tech. Meeting "The Environmental Challenge of the 70's". Freshwater Institute Reprint No. 117: 267-271.

PECHEN, G. A., 1965. Produktsiya vetvistousykh rakoobraznykh ozernogo zooplanktona. — Gidrobiol Zh., 1: 19-26.

PINEL-ALLOUL, B., 1977. Zooplancton récolté en 1975 dans la région des lacs Nathalie et Hélène (Territoire de la baie de James). Laboratoire d'écologie de la S.E.B.J. Université de Montréal, Rapport de recherches n° 39, 175 p. dactylographiées.

POPE, C. F., 1973. Variations in the zooplankton communities of lakes of the Matamek River system related to fish. — Ph. D. thesis, Univ. of Waterloo, Waterloo, Ontario, 143 p.

PROSZYNSKA, M., 1962. The annual cycle in occurrence of Cladocera and Copepoda in small water bodies. — Polsk. Arch. Hydrobiol., 10: 379-422.

REED, E. B., 1963. Records of freshwater Crustacea from arctic and subarctic Canada. — Bull. natl. Mus. Can., No. 199, p. 29-62.

SELGEBY, J. H., 1975. Life histories and abundance of crustacean zooplankton in the outlet of Lake Superior, 1971-72. — J. Fish. Res. Bd Can., 32: 461-470.

SHCHERBAKOV, A. P., 1952. Sootnosheniye Razmerov I vesa u Presnovodnykh Planktonnykh Rachkov. — Dokl. Akad. Nauk SSSR, 84: 153-157.

SMIRNOV, N. N., and C. C. DAVIS, 1973. Concerning some littoral Cladocera from Avalon Peninsula, Newfoundland. — Can. J. Zool., 51: 65-68.

SPRULES, N. G., 1975. Midsummer crustacean zooplankton communities in acid-stressed lakes. — J. Fish. Res. Bd Can., 32: 389-395.

STRØMGREN, T., 1975. Zooplankton diversity in four Norwegian fjords. — Sarsia, 59: 15-30.

WELLS, L., 1960. Seasonal abundance and vertical movement of planktonic crustacea in Lake Michigan. — Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S., No. 60, p. 343-369.

WHITESIDE, M. C., 1974. Chydorid (Cladocera) ecology: seasonal patterns and abundance of populations in Elk Lake, Minnesota. — Ecology, 55: 538-550.

Naturaliste can., 105: 37-40 (1978).

EUPHORBIA SUBGENUS *CHAMAESYCE* IN CANADA

Gerald A. MULLIGAN

Biosystematics Research Institute
Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario K1A OC6

and

Douglas R. LINDSAY

Lakehead University, Thunder Bay, Ontario P7B 5E1

Résumé

Nous présentons une clef des huit espèces du genre *Euphorbia* sous-genre *Chamaesyce* au Canada, après en avoir clarifié la taxonomie et la nomenclature. Des nouveaux nombres chromosomiques sont rapportés pour cinq espèces d'*Euphorbia*: *E. polygonifolia* L. (n = 13), *E. maculata* L. (n = 20), *E. vermiculata* Raf. (n = 8), *E. serpyllifolia* Pers. (n = 11) et *E. glyptosperma* Engelm. (n = 11).

Abstract

A key to the eight species of the genus *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce* found in Canada is presented and the taxonomy and nomenclature clarified. New chromosome numbers are reported for five species: *E. polygonifolia* L. (n = 13), *E. maculata* L. (n = 20), *E. vermiculata* Raf. (n = 8), *E. serpyllifolia* Pers. (n = 11) and *E. glyptosperma* Engelm. (n = 11).

Introduction

There are eight species of the genus *Euphorbia* L. subgenus *Chamaesyce* Raf. in Canada: *E. serpens* HBK., *E. polygonifolia* L., *E. geyeri* Engelm., *E. maculata* L., *E. vermiculata* Raf., *E. nutans* Lag., *E. serpyllifolia* Pers., and *E. glyptosperma* Engelm. All Canadian species are annuals with small opposite leaves and the milky juice common to all spurges. In spite of a good taxonomic treatment of subgenus *Chamaesyce* by Wheeler (1941), the eight species are invariably confused with each other by Canadian botanists. This is probably mostly due to the large number of species (49) in Wheeler's treatment and the poor construction of the key. If one even disregards disagreements in scientific names due to nomenclature problems, over 40 percent of the 600 specimens studies from 6 Canadian herbaria were incorrectly identified. In addition, Wheeler (*l.c.*) made some incorrect nomenclature decisions, the subject of a prolonged controversy for two and a half decades, that only recently have been resolved (see Wheeler, 1960; Croizat, 1962; Burch, 1966). The situation was confused further when Boivin (1966) lumped two distinct species, *E. serpyllifolia* and *E. glyptosperma*, under the name *E. serpyllifolia*. We are therefore clarifying the synonymy for Canadian species and are presenting a key that utilizes some new morphological characters. The chromosome numbers for some of the Canadian species were determined.

With the exception of *E. nutans* and sometimes *E. serpyllifolia*, the Canadian species are normally prostrate plants

forming mats on the ground. However, all of the eight species may have an erect habit when attached by the rust *Uromyces proeminens* (DC.) Pass.

Materials and methods

Herbarium specimens of *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce* were borrowed from the following herbaria and examined: National Museum of Canada, Ottawa (CAN), Agriculture Canada, Ottawa (DAO), University of Toronto (TRT), University of Montreal (MT), Montreal Botanic Garden (MTJB) and the University of Saskatchewan, Saskatoon (SASK). The authors made chromosome counts from flower bud material that was fixed and stained according to the alcoholic hydrochloric acid-carmine technique described by Snow (1963). Voucher specimens for chromosome counts are listed in the Appendix.

Key to *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce*

1. Ovaries and capsules hairy ..... 1. *E. maculata*
1. Ovaries and capsules glabrous
   2. Seeds smooth and rounded (sometimes slightly angled in *E. serpens*); leaves always entire
      3. Stems often long-trailing and rooting at nodes; stipules entire to shallowly toothed ..... 2. *E. serpens*
      3. Stems not long-trailing or rooting at nodes; stipules with long, lanceolate teeth
         4. Leaves over three times as long as broad; capsules 3.0 to 3.5 mm long; seeds 2.0 to 2.5 mm long ..... 3. *E. polygonifolia*
         4. Leaves less than two and a half times as long as broad; capsules *ca.* 2 mm long; seeds *ca.* 1.5 mm long ..... 4. *E. geyeri*
   2. Seeds quadrangular (sub-quadrangular in *E. nutans*), facets of seeds roughened or transversely wrinkled; all leaves at least partly serrate
      5. Stems pubescent
         6. Stems prostrate to suberect; styles over one-half bifid; capsules 1.5 to 2.0 mm long; stipules glabrous with long, lanceolate teeth ..... 5. *E. vermiculata*
         6. Stems mostly erect; styles one-third to one-half bifid; capsules 2.0 to 2.5 mm long; stipules with short pubescence and short, triangular teeth ..... 6. *E. nutans*
      5. Stems glabrous
         7. Leaves ovate or obovate to broadly oblong; seeds with shallow, irregularly rippled surfaces; style *ca.* 0.25 mm long ..... 7. *E. serpyllifolia*
         7. Leaves linear-oblong, at least those towards ends of stems and branches; seeds with 4 or 5 definite transverse ridges; style much less than 0.25 mm long .. 8. *E. glyptosperma*

Synonymy and description

1. *E. maculata* L., Sp. Pl. 455, 1753; Boissier in DC., Prodr. 15: 46, 1862; Svenson, Rhodora 47: 273 & 363, 1945; Croizat, Bull. Torr. Bot. Club 74: 153-155, 1947, 75: 188, 1948; Croizat, Webbia 17: 187-205, 1962; Marie-Victorin, Fl. Laurentienne, ed. 2: 216, 1964. Burch, Rhodora 68: 155-165, 1966; Smith & Tutin, F. Eur. 2: 216, 1966.

= *E. supina* Raf., Amer. Monthly Mag. 2:119, 1817; Wheeler, Rhodora 43: 143-144, 1941, 62: 134-141, 1960; Fernald, Gray's Man. Bot., ed. 8: 970, 1950; Hitchcock & Cronquist, Vasc. Pl. Pac. N.W. 3: 401, 1961; Boivin, Nat. Can. 93: 414, 1966.

Annual; stems prostrate to erect, pubescent; leaves 4-17 mm long, usually elliptic-ovate to linear-oblong, sparsely pubescent and serrulate; lateral branches crowded; capsules hairy, *ca.* 1.5 mm long; seeds faintly wrinkled, *ca.* 1 mm long; $n = 20$.

Along roadsides, on railway ballast and in cultivated fields of southern Ontario; eastern half of United States and California and Oregon.

2. *E. serpens* HBK., Nov. Gen. Sp. 2: 52 (quarto), 1817.

Annual; stems prostrate, glabrous, sometimes rooting at nodes; leaves 2-7 mm long, crowded, orbicular-ovate, with entire margins; capsules glabrous, *ca.* 1 mm long; seeds smooth, *ca.* 1 mm long.

Known only in cornfields and waste places near Chatham and Windsor in southern Ontario; in central United States from North Dakota and Michigan to Texas and in several of the Atlantic Coast States.

3. *E. polygonifolia* L., Sp. Pl. 455, 1753.

Annual; stems prostrate, glabrous; leaves 6-16 mm long, margins entire; capsules glabrous, 3.0 – 3.5 mm long; seeds round, smooth, 2.0 – 2.5 mm long; $n = 13$.

On sand and gravel beaches along coasts of Prince Edward Island, Nova Scotia and New Brunswick, at Grindstone on Magdalen Islands, Quebec, and along shores of Lake Erie, Lake Ontario and Manitoulin Island; along Atlantic coast of the United States from Maine to southern tip of Georgia and along shores of Lake Erie, Lake Ontario and Lake Michigan.

4. *E. geyeri* Engelm. in Engelm. & Gray, Bost. Journ. Nat. Hist. 5: 260, 1845.

Annual; stems prostrate, glabrous; leaves 4-10 mm long, ovate-oblong to elliptic-oblong, entire; capsules glabrous, *ca.* 2 mm long; seeds round, smooth, *ca.* 1.5 mm long.

Known in Canada only from sand dunes in Manitoba at Saint-Lazare, Marquette District and between Grande-Clairière and Bernice, Souris District; occurs in States of North Dakota, Minnesota and Wisconsin, and southward to Texas.

5. *E. vermiculata* Raf., Amer. Monthly Mag. 2: 119, 1817.

Annual; stems prostrate to semi-erect, sparsely pilose; leaves variable in size and shape, sometimes ovate to lanceolate, up to 19 mm long, pilose on the lower surfaces, serrulate; capsules glabrous, 1.5-2.0 mm long; seeds with shallow transverse wrinkles, 1.0-1.5 mm long; $n = 8$.

On sandy, gravelly and rocky shores of lakes and rivers, on railway ballast, along roadsides and in waste places in Nova Scotia, New Brunswick, southern Quebec, southeastern Ontario and on Vancouver Island of British Columbia; occurs in the northeastern States, Arizona and New Mexico.

6. *E. nutans* Lag., Gen. Sp. Pl. 17, 1816; Croizat, Bull. Torr. Bot. Club 74: 153-155, 1947, 75: 188, 1948; Croizat, Webbia 17: 187-205, 1962; Burch, Rhodora 68: 155, 1966; Smith & Tutin, Fl. Eur. 2: 215, 1968.

= *E. preslii* Guss. Fl. Sic. Prodr. 1: 539, 1827.

= *E. maculata sensu* Wheeler, Contr. Gray Herb., n.s. 127: 24, 1939; *sensu* Wheeler, Rhodora 43: 143-144, 1941, 62: 134-141, 1960; *sensu* Fosberg, Rhodora 48: 197, 1946, 55: 241-243, 1953; *sensu* Fosberg, Bull. Torr. Bot. Club 74: 332, 1947; *sensu* Fernald, Gray's Man. Bot., ed. 8: 970, 1950; *sensu* Hitchcock & Cronquist, Vasc. Pl. Pac. N.W. 3: 399, 1961; *sensu* Boivin, Nat. Can. 93: 414, 1966.

Annual; stems mostly erect, pubescent, especially when young; leaves up to 35 mm long, oblong to oblong-lanceolate, usually pilose beneath, with margins serrate; capsules glabrous, 2

2.5 mm long; seeds transversely wrinkled, *ca.* 1.5 mm long; the chromosome number $2n = 28$ was reported for plants from Clarke Co., Virginia (Perry 1943).

Along roadsides, on railroad ballast and in open waste land in Prince Edward Island, New Brunswick, southern Quebec and southern Ontario; eastern half of the United States and Oregon, California and Arizona.

7. *E. serpyllifolia* Pers., Syn. Pl. 2: 14, 1806.

Annual; stems prostrate, glabrous; leaves 3-14 mm long, ovate-obovate to broadly oblong; capsules glabrous, 1.5 — 2.0 mm long; seeds quadrangular with shallow, rippled surfaces, seeds 1.0 — 1.5 mm long; $n = 11$.

On railroad ballast, along roadsides and along shores of lakes and rivers in Prairie Provinces northward to the Peace River District of Alberta, and in New Brunswick, southern Quebec, Ontario and British Columbia; in the western half of the United states.

8. *E. glyptosperma* Engelm. in Emory, U.S. & Mex. Bound. Surv. 2: 187, 1859.

Annual; stems prostrate, glabrous; leaves 3-15 mm long; linear-oblong, at least those towards the ends of the branches; capsules glabrous, 1.5 — 2.0 mm long; seeds with 4 or 5 definite transverse ridges, seeds *ca.* 1.0 — 1.5 mm long; $n = 11$.

On railroad ballast, on open prairie and along roadsides in New Brunswick, Quebec, Ontario, Manitoba, Saskatchewan, Alberta and British Columbia; occurs in Texas, New Mexico and Arizona, northward to Washington and Maine.

References

BOUN, B. 1886. Enumération des plantes du Canada. — Naturaliste can. 33: 259-274.

BURCH, D. 1966. The application of the Linnaean names of some new world species of *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce*. — Rhodora 68: 155-166.

CROIZAT, L. 1962. Typification of *Euphorbia maculata* L. — Webbia 17: 187-205.

PERRY, B. A. 1943. Chromosome number and phylogenetic relationships in the Euphorbiaceae. — Amer. J. Bot. 30: 527-543.

SNOW, R. 1963. Alcoholic hydrochloric acid-carmine as a stain for chromosomes in squash preparations. — Stain Technol. 38: 9-13.

WHEELER, L. C. 1941. *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce* in Canada and the United States, exclusive of Florida. — Rhodora 43: 97-154, 168-205, 223-286.

WHEELER, L. C. 1960. Typification of *Euphorbia maculata*. — Rhodora 62: 134-141.

Appendix

VOUCHER SPECIMENS FOR CHROMOSOME COUNTS

E. polygonifolia: $n = 13$, sand dunes, North Beach Provincial Park, Prince Edward Co., Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 85* (DAO).

E. vermiculata: $n = 8$, Carleton University, Ottawa, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 61* (DAO); $n = 8$ Britannia Yacht Club, Ottawa, *B. Junkins & P. Ferguson 72* (DAO); $n = 8$, railway station, 1 mi. N. of Morrisburg, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 75* (DAO); $n = 8$, railway, Kingston, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 81* (DAO); $n = 8$, railway station, Bloomfield, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 84* (DAO).

E. nutans: $n = 20$, Experimental Farm, Ottawa, *J.N.S. MacLeod 4819* (DAO); $n = 20$, railway station, 1 mi. N. Morrisburg, *B. Junkins & P. Ferguson 73* (DAO); $n = 20$, railway station, Brighton, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 86* (DAO); $n = 20$, railway station, Ampnor, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 100* (DAO).

E. serpyllifolia: $n = 11$, near National Herbarium, Ottawa, *B. Junkins & P. Ferguson 88B & 109* (DAO); $n = 11$, railway, Galetta, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 99* (DAO).

E. glyptosperma: $n = 11$, lawn, Ottawa, *B. Junkins & P. Ferguson 66* (DAO); $n = 11$, railway, Prescott, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 76* (DAO); $n = 11$, railway station, Bloomfield, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 83* (DAO); $n = 11$, highway shoulder, Pakenham, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 101* (DAO); $n = 11$, railway, Almonte, Ont., *B. Junkins & P. Ferguson 102* (DAO).

Naturaliste can., 105: 41-50 (1978).

ÉTUDE COMPARATIVE DE TROIS CHÉNOPODES ADVENTICES DANS LES CULTURES DE LA RÉGION DE QUÉBEC: *CHENOPODIUM ALBUM* L., *C. FICIFOLIUM* SMITH ET *C. GLAUCUM* L

Claude J. BOUCHARD, Dominique DOYON, Camille GERVAIS

Service de recherche en défense des cultures,
Ministère de l'agriculture du Québec, Complexe scientifique,
Ste-Foy, Québec, G1P 3W8

Résumé

Aucune de nos flores locales ne traite de *Chenopodium ficifolium* Smith, une nouvelle espèce introduite. C'est pourquoi divers caractères de cette plante sont ici examinés et comparés à ceux de *C. album* et *C. glaucum* afin de bien différencier les trois espèces. Celles-ci se distinguent entre elles par leur morphologie foliaire, par l'ornementation des testas des graines ou encore par l'examen des chromosomes. D'autre part, elles sont reconnaissables même à l'état de plantules.

Abstract

The recent report of *Chenopodium ficifolium* Smith in the Québec region is the first mention of this species in the Canadien flora. In this paper, *C. ficifolium*, *C. album* and *C. glaucum* are compared in order to clarify the differences between these species. Adequate criteria of distinction include leaf morphology, seed testa ornementation and chromosome numbers. Some characteristics are also proposed to distinguish the three species at the seedling stage.

Introduction

La présence de *Chenopodium ficifolium* Smith à l'état naturalisé dans la région de Québec a été signalée dernièrement par Bouchard *et al.* (1977). En 1973, nous avons observé *C. ficifolium* pour la première fois dans les champs de la Station de défense des cultures à Saint-Augustin, comté de Portneuf. Ces colonies sont actuellement bien établies et produisent une grande quantité de graines viables. Ce chénopode vient d'être retrouvé à Sainte-Foy *(Gervais 77-7, 77-23, 77-33)*, à Giffard *(D. Doyon, S. Hardy)*, à Québec *(S. Hardy)* et prend l'allure d'une mauvaise herbe commune qui serait passée jusqu'à maintenant inaperçue, du moins dans la région de Québec.

Il n'est pas possible de connaître la date d'introduction de cette espèce. Des vérifications dans l'herbier Louis-Marie de l'Université Laval (QFA) ont cependant permis de découvrir 2 récoltes de *C. ficifolium* datées de 1964 et identifiées comme *C. album* L.: l'une provient de la Station de Saint-Augustin (*Payette et al. 64-3398*, talus très abrupt, humide au bas, servant de dépotoir par endroit), l'autre de Sainte-Foy (*Cinq-Mars 64-462*, caissettes de fleurs annuelles venant de M. Moisan, Giffard).

L'aire de répartition géographique naturelle de *C. ficifolium* s'étend de l'Asie au sud de l'Europe d'où la plante se serait répandue plus au nord dans plusieurs pays (Engstrand et Gustafsson,

[1] Contribution n° 230 de la Direction générale de la recherche et de l'enseignement, Agriculture Québec.

[illegible] Sur le continent nord-américain, cette espèce n'est pas signalée dans les Flores américaines (Fernald [illegible]) ni dans les Flores canadiennes (Marie-Victorin [illegible]) que nous avons pu consulter. Cependant, Mahl [illegible], dans un travail spécifiquement consacré aux Chenopodium de l'Amérique du Nord, cite 3 récoltes de cette espèce : une de Floride et deux de Pennsylvanie. L'introduction d'une nouvelle espèce dans une région peut présenter des problèmes d'identification surtout si la flore comprend déjà des espèces voisines. C'est le cas ici particulièrement à cause de Chenopodium album L., une espèce extrêmement polymorphe (Beaugé 1974) avec laquelle C. ficifolium peut être confondu.

Dans la présente étude, nous mettons en parallèle quelques caractères qui permettent de distinguer cette espèce des deux autres chénopodes adventices dans la région de Québec : C. album L. et C. glaucum L. Ce sont, d'une part, certains caractères morphologiques des plantes à l'état de plantule et à l'état adulte et, d'autre part, les caractères cytologiques.

Matériel et méthodes

Les observations relatives au développement des plantules et l'étude de la morphologie foliaire ont été effectuées sur des plantes en provenance de la Station de recherche en défense des cultures de Saint-Augustin et de Sainte-Foy près de Québec.

Les graines de chénopodes ont été examinées et photographiées à l'aide du microscope électronique à balayage Autoscan U1 à l'INRS-Pétrole, Complexe Scientifique du Québec à Sainte-Foy.

Les observations cytologiques ont été faites sur des cellules méristématiques de racines prélevées sur des plantes cultivées en pots ou obtenues par la germination de graines provenant de spécimens d'herbier. Les techniques suivantes ont été utilisées : 1- Prétraitement des racines par la colchicine à [illegible] pendant [illegible] à [illegible] heures ou par le froid [illegible] pendant [illegible] à [illegible] heures. 2- Coloration par le carmin acétique. 3- Écrasement entre lame et lamelle dans un goutte de carmin. Les chromosomes étaient ensuite dessinées à la chambre claire.

Résultats et discussion

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES

Feuilles

Les caractères distinctifs les plus apparents se rapportent avant tout à la forme des feuilles. L'espèce la plus caractéristique à ce propos est le *C. ficifolium* dont les feuilles, moins variables que celles des deux autres taxons, permettent une identification rapide et sûre de la plante.

Les feuilles de *C. ficifolium* (caulinaires et raméales) sont en général nettement trilobées : le lobe médian est allongé ; les deux latéraux étant très courts. La base est aiguë et le pétiole est généralement long (fig. 1A). Le limbe, en haut des deux lobes latéraux, possède souvent quelques dents et se termine graduellement en pointe émoussée ; chez les feuilles bien développées, il est étranglé vers le milieu, ce qui rappelle vaguement la feuille de figuier d'où le nom de *ficifolium*. Dans la description de cette espèce, Beaugé (1974) parle de feuilles hastées dont les lobes latéraux sont obliques à la nervure principale. La feuille d'*Atriplex* (fig. 1D) est aussi hastée et peut donc ressembler (surtout chez des spéciments jeunes) à celle de *C. ficifolium*. Cependant, ses lobes ont plutôt tendance à pointer vers

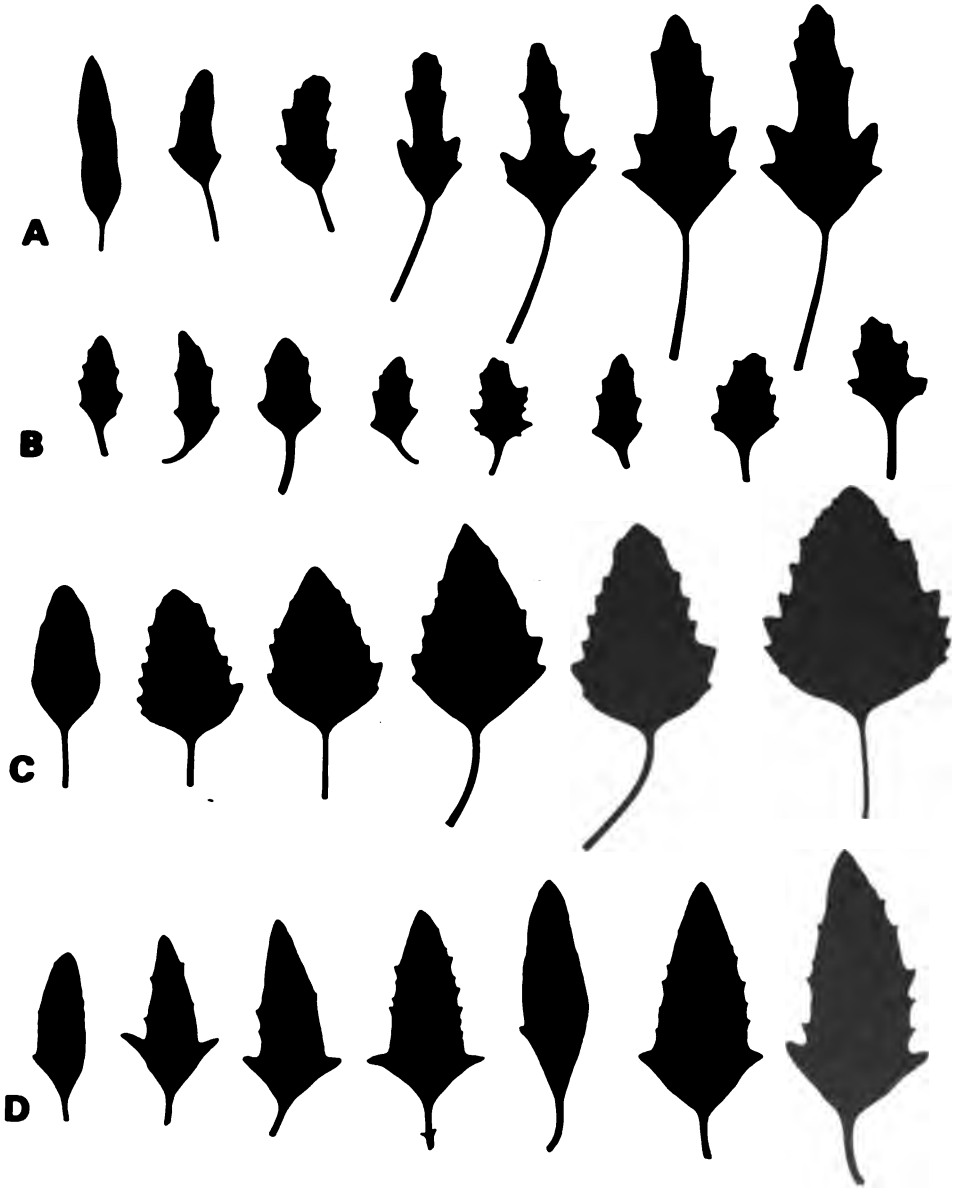


Figure 1. Feuilles caulinaires et raméales de: A) *C. ficifolium*, (B) *C. glaucum*, C) *C. album*, D) *Atriplex patula*

les côtés (axes latéraux perpendiculaires à la nervure centrale) et par ailleurs la marge est moins sinueuse et les dents sont plus aiguës que chez *C. ficifolium*. On pourra facilement trouver dans les flores d'Europe, pour un complément d'information, des figures illustrant la plante entière.

Les feuilles de *C. album*, très variables, sont généralement beaucoup plus larges que celles de *C. ficifolium* ; elles peuvent être dentelées de diverses façons, ou même entières, mais elles ne sont jamais toutes distinctement trilobées même si elles peuvent avoir parfois deux dents plus proéminentes

que les autres de chaque côté du limbe (fig. 1C). Elles ne sont en tout cas que très rarement étranglées vers le milieu. Autre caractère, la base du limbe forme souvent un angle obtus, ce qui n'est pas le cas chez les feuilles typiques de *C. ficifolium*.

C. glaucum se distingue facilement des deux espèces précédentes par ses feuilles charnues, épaisses, blanches et pubescentes à la face inférieure, généralement beaucoup plus petites que celles des deux autres espèces (fig. 1B). Elles sont sinuées-dentées ou simplement dentées et le limbe, habituellement étroitement triangulaire à la base, a tendance à se prolonger le long du pétiole. Toute la plante, d'autre part, adopte un port prostré ou devient plus ou moins rampante. Ses tiges sont souvent teintées de rouge, ce qui est particulièrement bien visible en automne.

Graines

Les graines de chénopodes sont généralement noires et luisantes. Leur forme n'est pas sphérique mais plutôt biconvexe. Les dimensions des graines et surtout l'ornementation de leur surface sont les caractères qui permettent le mieux de séparer les trois espèces.

Herron (1953) a mesuré un diamètre moyen de 1,3 mm (1,1 à 1,6) pour *C. album*, 0,8 mm (0,6 à 1,0) pour *C. glaucum* et Wahl (1954) rapporte 1,0 mm pour *C. ficifolium*. Nos observations concordent avec celles de ces auteurs.

La graine, une fois débarrassée des restes du péricarpe qui s'y attachent, laisse apparaître la surface de son enveloppe extérieure, la testa. Celle-ci peut être ornée de diverses façons suivant les espèces en cause. Tous les spécialistes du genre *Chenopodium* reconnaissent aujourd'hui que les caractères des testas sont déterminants pour l'identification de ces plantes; c'est Curtis, le premier, qui les employa dès 1777.

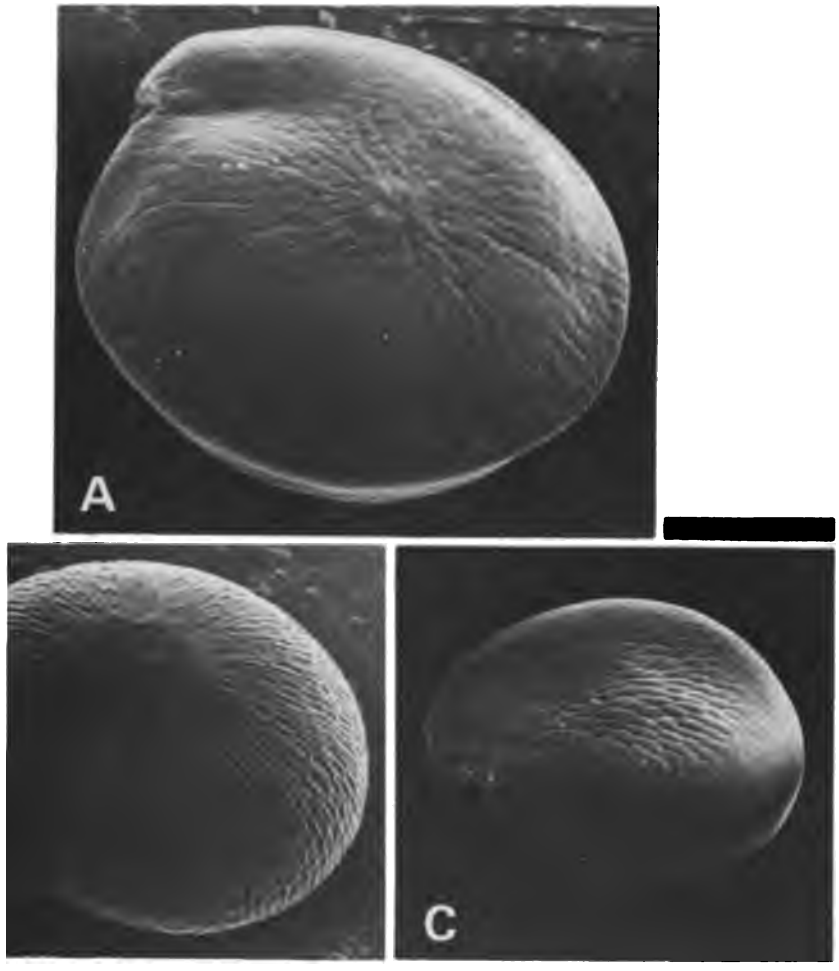
L'ornementation de la surface de la graine diffère chez les trois espèces étudiées ici. Chez *C. album* (fig. 2A), la testa est lisse ou légèrement striée. Chez *C. ficifolium* (fig. 2B), elle présente un aspect martelé sous la loupe, mais l'observation au microscope à balayage révèle de façon très nette de petits polygones allongés, séparés par des bords aigüs; elle est comme sculptée de petits coups de burin parallèles. *C. glaucum* possède une testa au relief doux; au centre de celle-ci, ce sont des bosselures bien visibles présentant l'aspect de roches moutonnées, mais qui s'estompent graduellement vers la périphérie (fig. 2C).

Plantules

Dans les trois espèces, l'axe hypocotylé est rougeâtre de même que la face inférieure des cotylédons. Les feuilles sont vert clair chez *C. album* et *C. ficifolium* mais plutôt d'un vert sombre chez *C. glaucum*. Les nouvelles feuilles qui apparaissent à l'apex sont toutes farineuses argentées.

Les cotylédons de ces trois chénopodes sont charnus, oblongs, et pétiolés (fig. 3); leur extrémité est arrondie sauf chez *C. glaucum* où elle est en pointe. Il faut signaler aussi qu'on ne remarque aucune nervure sur ces jeunes tissus turgescents.

L'observation du développement des plantules met en relief les faits suivants: les deux premières feuilles semblent opposées mais les autres sont vraiment alternes; elles sont entières partout sauf chez *C. glaucum* où on remarque une grosse dent à la base de la deuxième; la marge du limbe des feuilles 3 et 4 se modifie avec le veillissement; c'est à l'étalement de la cinquième et sixième feuille que l'on voit apparaître quelques caractéristiques des feuilles adultes.



2. Surface des graines de: A) *C. album*, B) *C. ficifolium*, C) *C. glaucum*

res feuilles de *C. album* et elles deviennent pro- narquées de grosses dents feuilles de la plantule de ont beaucoup plus longues à la sixième feuille on re- deux lobes latéraux sont base. Les deux premières *glaucum* sont triangulaires les suivantes sont plutôt narge sinuée.

TOLOGIQUES

ytologique du matériel à ion s'est limité à la déter- mination des nombres chromosomiques somatiques et à des comparaisons sommaires des formes et des dimensions des chromosomes des trois espèces.

Chenopodium album L. Trois individus de cette espèce ont été étudiés: l'un provenant de Saint-Jérôme (sables du rivage, Lac Saint-Jean, *J. Cayouette 1651*, 1972), les deux autres ayant été récoltés à la Station de recherche de Saint-Augustin, comté de Portneuf, (*Gervais 73-42, 73-46*, 1973). Ces plantes possédaient toutes trois $2n = c.$ 54 chromosomes, celle du lac St-Jean montrant toutefois ce qui semble être des frag-

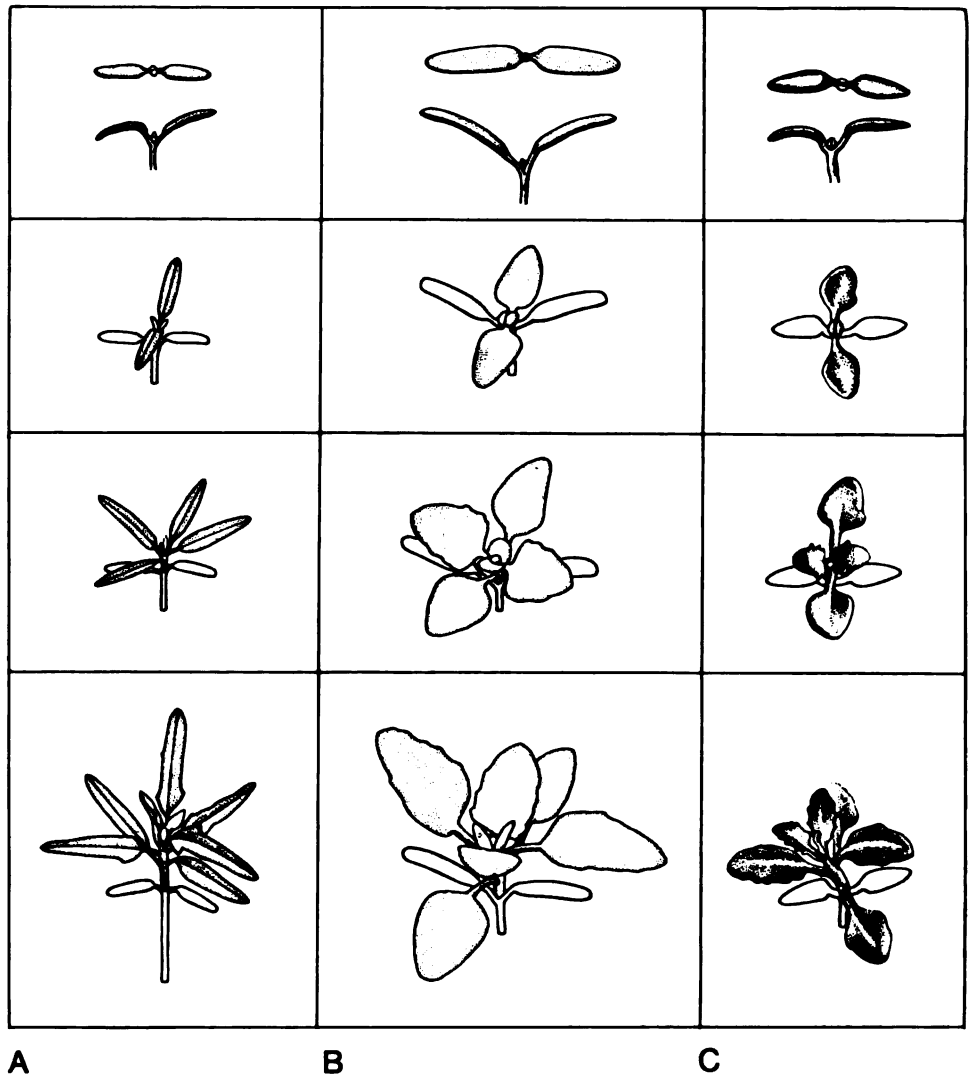


Figure 3. Aspect des plantules des trois chénopodes depuis le stade des cotylédons jusqu'à celui de la 6e feuille: A) *C. ficifolium*, B) *C. album*, C) *C. glaucum*

ments, des chromosomes B ou encore des satellites qui se seraient détachés de leurs chromosomes respectifs (fig. 4C).

Les nombres trouvés, $2n = c.\ 54$, correspondent au nombre rapporté également pour cette espèce par une vingtaine de chercheurs de différents pays, mais, certains travaux indiquant qu'on peut encore trouver chez *C. album* des individus ayant $2n = 18$ et $2n = 36$ chromosomes, on peut se demander si cette espèce ne formerait pas un large complexe de formes cytologiques voisines. Cette hypothèse est toutefois mise en doute par les botanistes qui se sont penchés de façon critique sur ce problème, en particulier Cole (1962) et Uotila (1972). Ces deux auteurs ont en tout cas démontré, par de nombreux

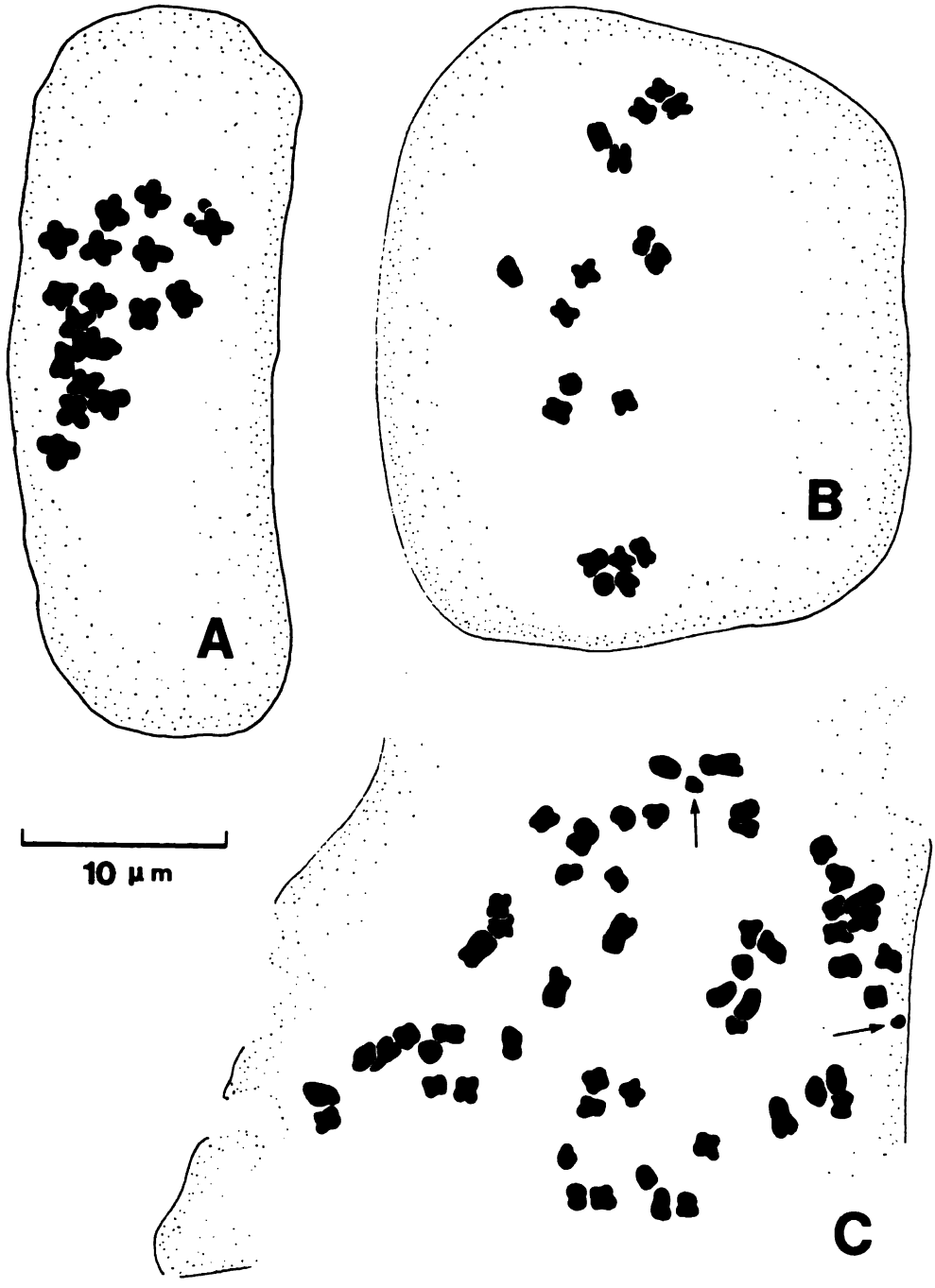


Figure 4. Chromosomes métaphasiques de méristèmes radiculaires: A) *C. ficifolium*, $2n = 18$ B) *C. glaucum*, $2n = 18$ C) *C. album*, $2n = 54 + 2$ fragments (flèches)

comptages chromosomiques, que le véritable *C. album*, du moins en Grande-Bretagne et en Finlande, possède invariablement $2n = 54$ chromosomes; ils attribuent à des erreurs d'identification les nombres divergents ($2n = 18$, $2n = 36$) rapportés par d'autres cytologistes.

S'il paraît évident qu'un bon nombre de comptages chromosomiques diploïdes et tétraploïdes ont été rattachés à tort au *C. album*, il n'est pas impossible que cette espèce, surtout dans sa patrie d'origine, vraisemblablement plus méridionale, possède des ancêtres ayant 18 ou 36 chromosomes. La question mérite d'être posée et peut s'appuyer sur un bon nombre de comptages chromosomiques réalisés sur du matériel indien (Bhargava, 1936; Raghavan et Arora, 1958; Mehra et Malik, 1963; Sharma et Sarkar, 1971), pakistanais (Baquar et Warsi, 1968), lybien (Bhattacharya *et al.*, 1971), portugais (Queiros, 1975) et américain (Heiser et Whitaker, 1948; Giusti, 1964). Dans certains de ces pays, *C. album* est sans doute introduit mais le problème de l'origine d'une mauvaise herbe aussi universellement répandue n'est pas si simple. Johnston (1962), par exemple, pense que *C. album* est peut-être à la fois indigène et introduit en Amérique et entrait dans la diète de certaines tribus indiennes. Quoi qu'il en soit, il ne paraît pas possible de résoudre le problème de l'existence de races chromosomiques chez *C. album* tant qu'on aura pas réussi à examiner les témoins des récoltes rapportées diploïdes ou tétraploïdes ou que des recherches cytologiques appropriées n'auront pas été entreprises.

Chenopodium ficifolium Sm. Le nombre chromosomique de cette espèce a déjà été compté à quelques reprises par différents chercheurs qui rapportent, à une exception près (Kawatani et Ohno, 1962), $2n = 18$. Nous sommes parvenus au même résultat (fig. 4A) avec le tériel dont nous disposions: 1) des nes recueillies en 1976 à la Statio Saint-Augustin et mises en germina 2) des plantes vivantes récoltées à Qu ou dans la banlieue au cours de 1977 (Sainte-Foy, rue Watt près H IV, *Gervais 77-7*; Sainte-Foy, Rout l'Église près Chemin Sainte-Foy, dé bres de maison démolie, *Gervais 7* Giffard, près de l'Aréna, *Doyon 4-* Québec, près des magasins Wo *S. Hardy 4-7-77; St-Pascal-de-Maize* chemin des Ports nationaux, *S. H 27-6-77*). Kawatani et Ohno (1962) portent de leur côté les nombres $2n$ et $2n = 36$, le comptage tétrap s'appuyant sur du matériel reçu Jardin botanique.

Chenopodium glaucum L. Cette e ce, d'après les comptages effectués dans différentes régions d'Eu d'Asie et d'Amérique, possède é ment $2n = 18$ chromosomes. C'est le nombre que nous avons trouvé deux individus obtenus à partir de nes prélevées sur des spécimens d bier (Deschambault, comté de Port *R. Gagnon*, QUE 39414 et Port de Qué *J. Cayouette* et *J.-P. Bernard*, 64144). Les chromosomes de *C. glau* à en juger par les figures 4A et 4B, plus petits que ceux de *C. ficifo* mais nous ne sommes pas en me d'affirmer pour le moment que cett férence est constante et ne pro pas des traitements subis. Un chrom me à satellites est visible sur la fi 4A *(C. ficifolium)* mais nous n'a pu en observer ailleurs à moins qu fragments aperçus parmi les chr somes de taille variable de *C. al* (fig. 4C, flèches) soient en fait de tellites détachés.

Conclusion

Cette étude visait à mettre en des caractères permettant d'ider

ɔrtitude les chénopodes adventi- la région de Québec, ce travail rendu particulièrement néces- ɜr l'introduction de *Chenopodium m* Smith dans la flore régionale.

nons surtout que *C. glaucum* ɪcilement être reconnu soit par tylédons à extrémité en pointe, r ses feuilles sinuées et pubes- à la face inférieure. Quant à *ɔlium* ses feuilles étroites et li- , à l'état juvénile, et fortement ées au milieu du limbe, à l'état contrastent fortement avec les triangulaires-ovées de *C. album*. part, l'examen cytologique du l en main à permis de distinguer ɪrtitude *C. album* et *C. ficifolium*, ɜpèces parfois confondues.

Remerciements

ɪteurs désirent remercier Monsieur Jean- s pour son assistance lors des différen- s de ce travail et Monsieur J. P. Ricbourg chargé de la photographie des spéci- microscope à balayage. Nos remer- s'adressent également à Monsieur Ber- uin qui a réalisé la planche des plan- ɪrtir des nombreuses photos qu'il a prises ɪtériel vivant, en plein champ.

Références

P. and Th. JUST, 1943. Key and synopsis ɪ American species of *Chenopodium* ɜr. Midl. Nat., 30: 47-76.

S. R. and B. A. WARSI, 1968. *In*: Löve, PB Chromosome number reports XV.- , 17: 91-104.

A., 1974. *Chenopodium album* et espè- fines. — Société d'Édition d'Enseigne- ɜupérieur, Paris, 447 p.

/A, H. R., 1936. The life-history of *Che- ium album* Linn. — Proc. Ind. Acad. Sci. 4: 179-200.

:HARYA, SS., MM. KHALIFA and I. I. ɔRY, 1971. *In*: Löve, À., IOPB Chromo- ɪumber reports XXXII. — Taxon, 20: 349-

ɜ., 1966. Énumération des plantes du a. — Naturaliste can., 93: 583-646.

BOUCHARD, C. J., D. DOYON et C. GERVAIS, 1977. Un nouveau chénopode dans les cultures de la région de Québec. Identification de l'espèce. — Phytoprotection, 58 (2-3): 130.

COLE, M. J., 1962. Interspecific relationships and intraspecific variation of *Chenopodium album* L. in Britain. II. The chromosome numbers of *C. album* L. and other species. — Watsonia, 5: 117-122.

CURTIS, W., 1777-1787. Flora Londinensis, or plates and descriptions of such plants as grow wild in the environs of London. 70 fasc.

ENGSTRAND, L. and M. GUSTAFSSON, 1973. Drawings of Scandinavian plants 91-93. *Chenopodium* L.-Bot. Notiser, 126: 27-31.

FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany, 8th Ed. American Book Co., New York.

GIUSTI, L., 1964. Notas citotaxonomicas sobre *Chenopodium album* L. en Argentina. — Darwiniana, 13: 486-505.

GLEASON, H. A., 1952. The new Britton and Brown illustrated Flora of the Northeastern United States and adjacent Canada. Vol. 2. — New York Botanical Garden, IV + 655 p.

HERRON, J. W., 1953. Study of seed production, seed identification, and seed germination of *Chenopodium* spp. — Mem. 320, Agricultural Experiment Station, Cornell University, New York.

HEISER, C. B. and T. W. WHITAKER, 1948. Chromosome number, polyploidy and growth habit in some California weeds. — Amer. J. Bot., 35: 179-186.

JOHNSTON, A., 1962. *Chenopodium album* as a food plant in Black-foot Indian prehistory. — Ecology, 43: 129-130.

JORGENSEN, P. M., 1973. The genus *Chenopodium* in Norway. — Norw. J. Bot., 20: 303-319.

KAWATANI, T. and T. OHNO, 1962. Chromosome numbers of genus *Chenopodium*. III. — Jap. J. Genet., 37: 78-79.

LOUIS-MARIE, P., 1959. Flore-Manuel de la province de Québec, Canada, 3e éd. — Centre de Psychologie et de Pédagogie, Montréal.

MARIE-VICTORIN, Fr., 1964. Flore laurentienne, 2e éd. — Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 925 p.

MEHRA, P. N. and C. P. MALIK, 1963. Cytology of some Indian *Chenopodiaceae*. — Caryologia, 16: 67-84.

QUEIROS, M., 1975. Contribuiçao para o conhecimento citotaxonomico das *Spermatophyta* de Portugal X. *Chenopodiaceae*. — Bolm Soc. broteriana, 49: 121-142.

RAGHAVAN, R. S. and C. M. ARORA, 1958. Chromosome numbers in Indian medicinal plants. II. — Proc. Indian Acad. Sci., B, 47: 352-358.

SHARMA, A. and A. K. SARKAR, 1971. Chromosome number reports of plants. — *In* Annual Report, Cytogenetics Laboratory, Department of Botany, University of Calcutta, The Research Bull., 2: 38-48.

UOTILA, P., 1972. Chromosome counts on the *Chenopodium album* aggregate in Finland and N. E. Sweden. — Annis bot. fennici, 9: 29-32.

UOTILA, P. and J. SUOMINEN, 1976. The *Chenopodium* species in Finland, their occurrence and means of immigration. — Annis bot. fennici, 13: 1-25.

Naturaliste can., 105: 51-52 (1978).

COMMUNICATIONS BRÈVES

ALBINISME CHEZ UNE MOUFFETTE RAYÉE *(MEPHITIS MEPHITIS*, SCHREBER)

André BISAILLON et Jean PIÉRARD
Département d'Anatomie et de Physiologie animales,
Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Montréal, St-Hyacinthe Québec

Même si l'albinisme est relativement fréquent chez les Mammifères sauvages, très peu de cas sont rapportés chez les Carnivores. Green (1947) ainsi que Harger et Harger (1966) décrivent des coyotes *(Canis latrans)* albinos capturés aux États-Unis. Allen et Neill (1956) rapportent la capture en Floride de deux jeunes ratons laveurs *(Procyon lotor)* albinos. Roest (1961) décrit un cas d'albinisme chez un blaireau d'Amérique *(Taxidea taxus)* capturé en Californie;

Figure 1. Mouffette rayée. À gauche, spécimen normal; à droite, spécimen albinos.

il mentionne également l'existence de deux autres cas décrits, l'un chez le blaireau d'Amérique et l'autre chez la mouffette tachetée *(Spilogale putorius)*. Il nous semble donc intéressant de décrire une mouffette rayée *(Mephitis mephitis)* albinos observée au Québec.

En août 1977, une mouffette rayée fut capturée sur un terrain de camping, à Sainte-Madeleine, village situé à quelques dix kilomètres à l'ouest de Saint-Hyacinthe, Québec. Le spécimen (fig. 1), une femelle pesant 1,9 kg, avait les mensurations suivantes: longueur totale 593 mm; longueur de la queue 200 mm; longueur du pied 65 mm; longueur de l'oreille 20 mm. Il est maintenant conservé au département d'Anatomie et de Physiologie animales de la Faculté de Médecine vétérinaire.

À l'exception de la rayure frontale et des deux bandes caractéristiques situées sur le dos de l'animal qui sont d'un blanc-crème, tout le reste du pelage, normalement noir, est brun cendré. Les poils de la queue sont également, dans l'ensemble, bruns cendrés à l'exception de quelques uns, blancs jaunâtres, situés à son extrémité. Le rostre de l'animal est brun pâle alors que les coussinets palmaires et plantaires sont de couleur crème très pâle. Les muqueuses et l'iris sont dépigmentés.

Tenant compte du fait que la dépigmentation de l'animal n'est pas complète, on doit le considérer comme atteint d'albinisme partiel généralisé.

Références

ALLEN, E. R. and W. T. NEILL, 1956. Albinistic sibling raccoons from Florida. — J. Mammal., 37: 120.

GREEN, D. D., 1947. Albino coyotes are rare. — J. Mammal., 28: 63.

HARGER, O. and E. M. HARGER, 1966. Occurence of albino and melanistic coyotes in Michigan. — J. Mammal., 47: 339-340.

ROEST, A. J., 1961. Partially albino badger from California. — J. Mammal., 42: 275-276.

Naturaliste can., 105: 53-54 (1978).

EXTENSION D'AIRE DE LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE L'ESTURGEON NOIR, *ACIPENSER OXYRHYNCHUS* MITCHILL, DANS LE FLEUVE SAINT-LAURENT AU QUÉBEC

Harm H. SLOTERDIJK[1]

Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche,
5075, rue Fullum, Montréal, H2H 2K3

Résumé

Un esturgeon noir, *Acipenser oxyrhynchus* M., a été capturé le 26 août 1976, dans le fleuve Saint-Laurent à proximité de Verchères (45°50'30" N – 73°18'30"W). Ceci représente une extension d'aire de sa répartition géographique connue de 50 km en amont du lac Saint-Pierre, d'où une seule capture avait été rapportée en 1946, et de 100 km en amont de Trois-Rivières, sa limite habituelle.

Abstract

On August the 26th, 1976, an Atlantic Sturgeon, *Acipenser oxyrhynchus* M., was caught in the St. Lawrence River near Verchères (45°50'30" N — 73°18'30" W), representing an extension of its known distribution by 50 km above Lake St. Pierre, where one capture was reproted in 1948, and by 100 km above Trois-Rivières, its usual upstream limit.

Deux espèces d'esturgeons figurent parmi les poissons du Québec: soit l'esturgeon jaune, *Acipenser fulvescens* Rafinesque, et l'esturgeon noir, *A. oxyrhynchus* Mitchill (Scott et Crossman, 1974).

A. fulvescens est présent dans tout le secteur d'eau douce du fleuve Saint-Laurent et on le trouve occasionnellement dans les eaux saumâtres de l'estuaire. Par contre, *A. oxyrhynchus* fréquente surtout les eaux de l'estuaire et du golfe, bien que sa présence ait été signalée quelquefois en amont, jusqu'à Trois-Rivières (Vladykov and Greeley, 1963). Un seul spécimen fut rapporté à l'ouest de ce point, dans les îles de Sorel du lac Saint-Pierre (Cuerrier *et al.*, 1946).

Lors d'un échantillonnage de poissons dans le fleuve Saint-Laurent le 26 août 1976, nous avons capturé à proximité de Verchères un esturgeon différent de l'esturgeon de lac, espèce commune dans cette région. Le spécimen fut pris au filet maillant (maille étirée: 10 cm), à une profondeur d'environ 8 m et à 100 m de la pointe NNE de l'île Bouchard (45°50'30" N — 73°18'30" W). Nous présentons au tableau I les caractéristiques morphométriques de ce spécimen.

Après l'examen en laboratoire, le spécimen fut identifié comme appartenant à l'espèce *A. oxyrhynchus*. La différence entre celle-ci et *A. fulvescens* fut établie par le nombre de boucliers osseux préanaux et de branchiospines (Vladykov et Beaulieu, 1946). Les principaux caractères qui ont permis l'identification sont présentés dans le tableau II.

[1] Adresse actuelle: Environnement Canada, Gestion de l'environnement, 1001 Pierre-Dupuy, Longueuil Qué. J4K 1A1

TABLEAU I

Caractéristiques morphométriques de l'esturgeon noir capturé à Verchères

Longueur totale (cm)		*Longueur à la fourche (cm)*	*Poids (g)*	*Âge (épine pectorale)*	*Sexe*	*Maturité*
Dorsale	*Ventrale*					
87,5	76,5	73,5	2520	5 à 7	mâle	III*

* Selon l'échelle de maturité sexuelle de Nikolsky (1963)

TABLEAU II

Critères distinctifs entre l'esturgeon de lac et l'esturgeon noir

Caractères	*Esturgeon de lac*	*Esturgeon noir*	*Notre spécimen*
Nombre de boucliers préanaux	un seul ; parfois 1 à 2 petits de plus, mais jamais en série double	plusieurs, en série double	7, en série double
Nombre de branchiospines (sur le premier arc branchial)	> 27	< 25	22

À notre avis, cette capture effectuée dans la région de Verchères mérite une mention particulière, puisque à part la récolte signalée dans le lac Saint-Pierre, c'est la seule présence qui ait été rapportée en amont de Trois-Rivières. Ceci représente une extension d'aire de la répartition géographique connue de 50 km en amont du lac Saint-Pierre et de 100 km en amont de Trois-Rivières.

Remerciements

Je remercie M. Vianney Legendre et M. Yvon Gravel, Service de la Recherche biologique, Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche à Montréal, pour leur collaboration quant à la préparation de cette note.

Références

CUERRIER, J. P., F. E. J. FRY et G. PREFONTAINE, 1946. Liste préliminaire des poissons de la région de Montréal et du lac Saint-Pierre. — Naturaliste can., 73 (1-2): 17-32.

NIKOLSKY, G. V., 1963. The Ecology of Fishes. — Academic Press, New York, 352 p.

SCOTT, W. B. et E. J. CROSSMAN, 1974. Poissons d'eau douce du Canada. — Ottawa, Ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, Office des recherches sur les pêcheries du Canada, Bull. 184: XIV + 1026 p.

VLADYKOV, V. D. et G. BEAULIEU, 1946. Études sur l'esturgeon *(Acipenser)* de la province de Québec. — Naturaliste can., 73 (6-8): 143-204.

VLADYKOV, V. D. and J. R. GREELEY, 1963. Order Acipenseroidei. *In:* Fishes of the western North Atlantic. — Mem. Sears Found. Mar. Res., 1 (3): 24-60.

Naturaliste can., 105: 55-59 (1978).

LES PARASITES DES ANIMAUX SAUVAGES DU QUÉBEC. 1. LES PARASITES DES POISSONS ET DES MAMMIFÈRES DE LA RÉGION DE SCHEFFERVILLE

David GORDON, Neil A. CROLL et Manfred E. RAU

Institut de parasitologie, Collège MacDonald, Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue, HOA 1CO

Cette étude fait partie d'une série de projets ayant pour but principal d'établir une liste complète des parasites décelés chez les animaux sauvages au Québec.

Cinq espèces de poissons et trois espèces de mammifères de la région de Schefferville furent examinés durant les mois de juin à septembre 1976. Les parasites identifiés chez ces animaux sont présentés dans le tableau I. Les spécimens mentionnés sont conservés dans la collection de l'Institut de parasitologie de l'Université McGill, Montréal où ils peuvent être examinés pour références sur leurs dimensions, le sexe des hôtes et l'endroit de leur capture.

Remerciements

Nous sommes reconnaissants à l'Institut d'helminthologie de St. Albans en Angleterre pour l'aide apportée à l'identification des spécimens. Ce travail a été exécuté dans le programme d'étude du Centre de recherche en parasitologie subventionné par le Ministère de l'éducation du Québec, sous l'étiquette de la Formation des chercheurs et d'action concertée.

TABLEAU I

Helminthes isolés des poissons et mammifères de la région de Schefferville, Québec.

Poissons	*Parasites*	*Habitat*
Catastomus commersoni	*Glaridacris catastomi*	Intestin
	G. laruei	Intestin
Catastomus catastomus	*Glaridacris catastomi*	Intestin
	Neoechinorhynchus cristatus	Intestin
Salvelinus fontinalis	*Crepidostomum farionis*	Côlon
	Eubothrium salvelini	Intestin
Salvelinus namaycush	*Eubothrium salvelini*	Intestin
Esox lucius	*Raphidascaris acus*	Intestin
	Proteocephalus sp.	Intestin
Mammifères		
Tamiasciurus hudsonicus	anoplocephalid cestode (juvénile)	Intestin
Clethrionomys gapperi	*Nematospiroides carolinensis*	Intestin
Microtus pennsylvanicus	*Paranoplocephala omphalodes*	Intestin

LES PARASITES DES ANIMAUX SAUVAGES DU QUÉBEC. 2. LES PARASITES DES GRENOUILLES ET DES SERPENTS DE LA RÉGION DE L'ÎLE PERROT

Manfred E. RAU, Jamie DOYLE et David GORDON

Institut de parasitologie, Collège MacDonald, Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue, HOA 1CO

Soixante-quatre grenouilles de trois espèces et quatre espèces de serpents de la région de l'île Perrot furent examinés durant les mois de mai à août 1976. La liste des parasites identifiés chez les grenouilles est présentée dans le tableau I; celle des serpents figure dans le tableau II. Les spécimens mentionnés sont conservés dans la collection de l'Institut de parasitologie de l'Université McGill, Montréal où ils peuvent être examinés pour des observations sur leurs dimensions, le sexe de leurs hôtes et l'endroit de leur capture. Ceci constitue le deuxième rapport des collections des parasites au Québec (Gordon *et al.*, 1978).

Remerciements

Nous sommes reconnaissants à l'Institut d'helminthologie de St. Albans en Angleterre pour l'aide apportée à l'identification des spécimens. Ce travail est exécuté dans le programme d'étude du Centre de recherche en parasitologie subventionné par le Ministère de l'éducation du Québec, sous l'étiquette de la Formation des chercheurs et d'action concertée.

TABLEAU I

Parasites isolés des grenouilles de la région de l'île Perrot, Québec.

Grenouilles	*Parasites*	*Habitat*
Rana clamitans	Trématode:	
	Glypthelmins quieta	Intestin
	Gorgoderina attenuata	Vessie
	Haematoloechus breviplexus	Poumon
	Cestode:	
	Batrachotaenia sp.	Intestin
	Nématode:	
	Aplectana sp.	Côlon
Rana catesbeiana	Trématode:	
	Glypthelmins quieta	Intestin
	Gorgoderina attenuata	Vessie
	Haematoloechus breviplexus	Poumon
	Halipegus sp.	Oesophage
	Nématode:	
	Aplectana sp.	Côlon
	Oxysomatium sp.	Côlon
Rana pipiens	Trématode:	
	Gorgoderina attenuata	Vessie
	Nématode:	
	Aplectana sp.	Côlon
	Oswaldocruzia sp.	Intestin
	Rhabdias ranae	Poumon
	Strongyloides sp.	Intestin

TABLEAU II

Parasites isolés des serpents de la région de l'île Perrot, Québec.

Serpents	*Parasites*	*Habitat*
Thamnophis s. sirtalis	Trématode:	
	Alaria sp.	Corps gras
	Lechriorchis primus	Poumon
	Pneumatophilus variabilis	Trachée-artère
	Zeugorchis aequatus	Oesophage
	Cestode:	
	Cylindrotaenia sp.	Intestin
	Nematode:	
	Rhabdias sp.	Poumon
Natrix s. sipedon	Trématode:	
	Dasymetra nicolli	Oesophage
	Alaria sp.	Corps gras
	Pneumatophilus variabilis	Trachée-artère
	Cestode:	
	Ophiotaenia perspicua	Intestin
Lampropeltis doliata triangulum	Trématode:	
	Alaria sp.	Corps gras
	Nématode:	
	Rhabdias sp.	Poumon
Storeria d. dekayi	Nématode:	
	Cosmocercoides dukae	Intestin
	Rhabdias sp.	Poumon

Référence

GORDON, D., N. A. CROLL ET M. E. RAU, 1978. Les parasites des animaux sauvages du Québec, 1. Les parasites des poissons et des mammifères de la région de Schefferville. — Naturaliste can. 105: 55.

LES PARASITES DES ANIMAUX SAUVAGES DU QUÉBEC. 3. LES HELMINTHES DE LA BARBOTTE BRUNE, *ICTALURUS NEBULOSUS* DANS LA RÉGION DU FLEUVE SAINT-LAURENT ET SES PRINCIPAUX AFFLUENTS

Jean-Louis FRÉCHETTE

École vétérinaire de Ste-Hyacinthe, Ste-Hyacinthe, Québec

et

Manfred E. RAU, Geoffrey F. WEBSTER

Institut de parasitologie, Collège MacDonald, Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue, HOA 1CO

Cet étude fait partie du rapport des collections des parasites du Québec. Deux cents dix-huit poissons *(Ictalurus nebulosus)* furent examinés durant les mois de juillet à septembre, 1975 et d'avril à mai, 1976. Les poissons ont capturés dans les régions de fleuve bas Saint-Laurent, et la rivière Saint-Maurice, la rivière Yamaska, lac Saint-Pierre, lac Saint-François, lac Saint-Louis et lac des Deux Montagnes. Les parasites identifiés dont présentés dans le tableau I. Les spécimens mentionnés sont conservés dans la collection de l'Institut de parasitologie de l'Université McGill, Montréal où ils peuvent être examinés pour référence sur leurs dimensions, le sexe des hôtes et l'endroit de leur capture.

Remerciements

Ce travail a été exécuté dans le programme d'étude du Centre de recherche en parasitologie subventionné par le Ministère de l'éducation du Québec, sous l'étiquette de la Formation des chercheurs et d'action concertée.

TABLEAU I

Parasites isolés d'*Ictalurus nebulosus* dans la région du Fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents.

Parasite	*Habitat*
Cestode:	
Corallobothrium fimbriatum	Intestin
Trématode:	
Acetodextra amiuri	Ovaires
Crepidostomum ictaluri	Intestin
Diplostomum spathaceum	Yeux
Glossidium geminum	Intestin
Phyllodistomum sp.	Vessie urinaire
Acanthocéphale:	
Acanthocephalus sp.	Intestin

LES PARASITES DES ANIMAUX SAUVAGES DU QUÉBEC. 4. LES HELMINTHES DU CAROUGE À ÉPAULETTES *(AGELAIUS PHOENICEUS)* DE LA RÉGION SUD-OUEST DU QUÉBEC

Manfred E. RAU, Maria S. SHAAR et Rhonda MARKELL

Institut de parasitologie, Collège MacDonald Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue, HOA 1CO

Cent soixante-cinq oiseaux furent examinés durant les mois de mai à août, pour les années 1976 et 1977 dans la région de Mirabel et de Sainte-Zotique, Québec. Les parasites identifiés chez les oiseaux sont présentés dans le tableau I.

Les spécimens mentionnés sont conservés dans la collection de l'Institut de parasitologie de l'Université McGill, Montréal où ils peuvent être examinés pour référence sur leurs dimensions, le sexe des hôtes et l'endroit de leur capture.

Remerciements

Nous sommes reconnaissants à l'Institut d'Helminthologie de St. Albans en Angleterre pour l'aide apportée à l'identification des spécimens. Ce travail a été exécuté dans le programme d'étude du Centre de recherche en parasitologie subventionné par le Ministère de l'éducation du Québec, sous l'étiquette de la formation des chercheurs et d'action concertée.

TABLEAU I

Les helminthes isolés du carouge à épaulettes, *Agelaius phoeniceus*.

Parasites	*Habitat*
Acanthocéphale:	
Médiorhynchus sp.	Intestin
Cestode:	
Anonchotaenia sp.	Intestin
Hymenolepis sp.	Intestin
Trématode:	
Conspicuum icteridorum	Vésicule bilaire
Leucochloridium cyanocittae	Bursa de Fabricius
Plagiorchis noblei	Intestin
Nématode:	
Dispharynx nasuta	Proventricule
Microtetrameres sp.	Proventricule
Porrocaecum sp.	Intestin
Syngamus trachea	Trachée-artère

REVUE DES LIVRES

RLY, Y., 1977. **Génétique et amélioration plantes.** Collection *Sciences agrono-ues*. Masson, Paris. IX + 287 p., ill. < 25 cm. Relié, 160 FF.

existe bon nombre d'excellents ouvrages rés à l'amélioration animale, il est curieux ıstater que bien peu de choses ont été ıs dans le domaine de l'amélioration végé-a complexité, la diversité des modes de uction végétale, par opposition à la sim-et à la quasi-unicité du mode de repro-ı animale, la grande plasticité cytologique gétaux, par opposition à la rigidité de la re chromosomique des animaux, tout ceci ıant des techniques d'amélioration végétale es, variées et bien adaptées, sont sans parmi les raisons essentielles qui expli-cette différence. C'est dès lors avec inté-ı l'on apprend la publication, dans la col-Sciences agronomiques de Masson, d'un ntitulé *Génétique et amélioration des plan-* livre, malheureusement, n'est pas à la r des espérances que suscitent son titre itre de la collection dans laquelle il est

livre de M. Demarly est divisé en trois par-peu près égales, intitulées respectivement: de des structures d'entrée. L'expression pique chez les plantes supérieures, II. Les es de reproduction chez les végétaux supé-III. Les stratégies en amélioration des ı. Au sein de ces parties néanmoins il n'y e d'équilibre entre les sujets traités. Ainsi ı première partie l'étude, centrale, de l'héri-ne comporte que deux pages, le calcul, iel, du coefficient de consanguinité, deux aussi. Par contre l'étude des croisements ıs, technique d'analyse très sophistiquée et ıment peu utilisée, comporte vingt-quatre Je dois ajouter qu'ayant soumis ces textes ques-uns de mes étudiants, qui n'ont pas ı encore la génétique des populations, ni la que quantitative, je n'ai pas été trop sur-ı constater que pas un seul n'était, après ı, capable de calculer une héritabilité ou un ient de consanguinité, non plus que de r un schéma de croisement diallèle. De fait ets abordés le sont trop souvent de manière cielle, les données de base sont régulière-négligées, l'exposé est mal introduit, encombré de détails superflus, de vaines considérations, d'incidentes inutiles.

Plus d'un tiers de la seconde partie est consacré à l'étude «d'éléments de biodynamique». On ne voit guère l'utilité, dans un manuel d'amélioration végétale, de cette analyse qui introduit une série de notions hautement abstraites, souvent mal définies, et où la distinction entre faits et hypothèses n'est pas toujours clairement perçue. Quant à la troisième partie nous pensons que bien trop peu de place est donnée aux techniques d'amélioration. Ainsi, par exemple, sept pages seulement à propos des sélections récurrentes, treize lignes à peine à propos de la sélection récurrente avec *top-cross*.

Ce livre a sans doute été écrit dans la hâte. Il n'a pu ainsi bénéficier de cette période de mûrissement nécessaire à toute oeuvre construite. Ceci explique sans doute le déséquilibre fondamental de cet ouvrage qui oscille constamment entre les aperçus philosophiques sur la génétique et la rigueur mathématique des raisonnements propres à la génétique quantitative ou à la génétique des populations. Ceci explique aussi, sans doute, la confusion que crée constamment une écriture trop rapide. Ainsi trouve-t-on la description classique des génotypes d'une population pour un locus à deux allèles une fois sous la forme AA, AB, BB (p. 19), une autre fois sous la forme AA, Aa, aa (p. 41), une autre fois encore sous la forme LL, LL', L'L' (p. 132). Ainsi encore AB symbolise-t-il soit deux allèles à un locus (p. 19), soit le croisement de deux races (p. 45). Ainsi encore, en une bonne demi-douzaine de pages (p. 18 à 26), des allèles deviennent des structures homologues, des segments chromosomiques, des structures, des gènes et des zones. Ainsi encore une structure A est soit un allèle (p. 19), soit une paire de chromosomes homologues!

Le livre est abondamment illustré: 175 figures. Malheureusement un grand nombre d'entre elles sont inutilement compliquées et ce à un point tel que les choses les plus simples en deviennent incompréhensibles. La bibliographie est très négligée: sans parler des fautes d'orthographe dans les noms d'auteurs, des erreurs de date, etc., près de la moitié des auteurs cités dans le texte ne s'y retrouvent pas. L'index alphabétique est tout à fait incomplet. La langue est émaillée

d'anglicismes inutiles — *inbred* pour consanguin, *coupling* pour couplage, etc. —.

On ne peut, on le comprendra, recommander la lecture de ce livre confus et brouillon qui, sous sa forme actuelle, ne semble guère rendre de services au lecteur d'une collection intitulée Sciences agronomiques.

Frédéric A. LINTS

Laboratoire de génétique
Université de Louvain, Belgique

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

On peut soumettre au Naturaliste canadien des *articles inédits*, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée, de la taxonomie, de la morphologie ou des sciences de la terre. Tout manuscrit sera jugé en fonction de l'originalité des résultats et de l'interprétation. Les revues thématiques ne seront acceptées que si elles donnent lieu à d'importantes généralisations scientifiques. Des *articles courts* (maximum de quatre pages dans la revue) peuvent être acceptés comme "Communications brèves" s'ils découlent d'une recherche de qualité.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21.5 X 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction.

Les éléments du manuscrit sont les suivants : (1) le titre ; (2) le nom de l'auteur ; (3) le nom et l'adresse de l'institution à laquelle appartient l'auteur ; (4) un titre courant d'un maximum de 60 lettres et espaces (sur une page séparée) ; (5) les résumés français et anglais (maximum de 300 mots) ; (6) le texte ; (7) sur des feuilles séparées, les tableaux (numérotés en chiffres romains), les légendes des figures (numérotées en chiffres arabes) et les références bibliographiques.

TEXTE

La Direction de la revue recommande le plan suivant : introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusion, remerciements et références bibliographiques.

On tiendra compte des remarques suivantes : (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques ; (2) les notes inframarginales devront être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement ; (3) pour les unités de mesure, on utilisera de préférence le système métrique, (4) on évitera les appendices, et d'ailleurs la Direction de la revue ne s'engage pas à en publier plus d'une page.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elles seront indiquées dans le texte par le nom de l'auteur et l'année de publication. Dans la liste, à la fin du manuscrit, elles seront citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant des exemples suivants :

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. *In :* D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Les titres des périodiques devront être abrégés suivant la "World List of Scientific Periodicals" (édition de 1963).

ILLUSTRATIONS

La Direction de la revue limite ses frais de clichage à deux clichés par manuscrit ; tous les clichés additionnels seront à la charge de l'auteur.

Les photographies devront être tirées sur papier glacé et fortement contrastées. On regroupera, autant que possible, les photographies sur une même planche, en les collant sur un carton rigide, sans oublier de les numéroter proprement et lisiblement au coin droit. Trois séries de photographies sont requises.

Les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage devra être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1.5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12.5 x 20 cm, légende comprise.

On présentera la liste des légendes sur une page séparée. On indiquera cependant à l'endos des photographies et des dessins le nom de l'auteur et le numéro de figure.

ÉPREUVES ET TIRAGES-À-PART

Les auteurs recevront une série d'épreuves, en même temps qu'un bon de commande pour les tirages-à-part. L'un et l'autre devront être retournés dans les plus brefs délais.

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY

Original papers in French or in English based on research in basic and applied ecology, taxonomy, morphology and earth sciences will be considered for publication in this journal. The papers will be judged on the basis of their contribution of original data and ideas or interpretation. *Review articles* will not be accepted unless they lead to new and important generalizations. *Short articles* (no more than four pages in the journal) may be accepted as "Communications brèves". They should be distinguished from papers on the basis of scope rather than quality of the research.

GENERAL PRACTICES

Manuscripts should be typewritten in double spacing throughout on one side of bond paper 21.5 x 28 cm, and submitted in triplicate to the Secretary of the Editorial Board.

The sequence of material in the manuscript as submitted should be : (1) title ; (2) author's name ; (3) author's affiliation and address ; (4) a condensed running head of no more than 60 letters and spaces (on a separate page) ; (5) French and English abstracts limited to 300 words ; (6) the manuscript proper ; (7) on separate pages references, tables (numbered consecutively in Roman numerals) and figure legends (numbered consecutively in Arabic numerals).

MANUSCRIPT DETAILS

The arrangement of the contents should generally be as follows : Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, and References.

In preparing copy please take account of the following remarks : (1) underscore only where italics are intended ; (2) footnotes are to be avoided and wherever impossible they should be consecutively numbered ; (3) either metric or English units may be used ; however use of the former is recommended ; (4) appendixes should be avoided and will not be usually accepted if exceeding one page.

REFERENCES

Literature references in the text should be by author, followed by year of publication. All papers referred to in the manuscript should be listed alphabetically by first author, according to the following examples :

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. *In* : D. H. Hood (ed.). Symposium or organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Abbreviations for periodicals should follow the "World List of Scientific Periodicals" (1963 edition).

ILLUSTRATIONS

The first two figures of a manuscript will be free of charge. Additional figures will be charged to the author.

Prints of photographs should be made on glossy paper with a wide range in tone. They should be cropped, mounted with rubber cement on white card-board, and clearly numbered at the right corner of each photograph. Three complete sets of photographs must be included.

Drawings are made with black india ink on white drawing paper and all lettering should be made with a lettering system. All lettering must be sufficiently large to be at least 1.5 mm on final reproduction. One original and two clean copies of each drawing should be submitted.

Drawings and photographs must be made to a scale allowing reduction to an area not exceeding 12.5 x 20 cm, inclusive of captions.

Captions for illustrations should be typed in paragraph form on a separate page. Moreover each illustration should be clearly labelled on back, giving the name of the author and the figure number.

PROOFS AND REPRINTS

Galley proofs will be sent to the author together with an order blank for reprints. The corrected proof with the order for reprints should be returned immediately.

Alces écologie de l'orignal moose ecology

Symposium international sur l'écologie de l'orignal
tenu à Québec, Canada, du 25 au 28 mars 1973

International Symposium on moose ecology
held in Quebec City, Canada, 25-28 March 1973

ÉDITEUR EN CHEF/GENERAL EDITOR
J. BÉDARD
Département de biologie, Université Laval

ÉDITEURS ADJOINTS/CO-EDITORS
E. S. TELFER, M. L. WOLFE, J. PEEK, D. W. SIMKIN, P. C. LENT, R. W. RITCEY

Tous les aspects de l'écologie de l'orignal considérés par cinquante-cinq spécialistes de l'URSS, de la Finlande, de la Suède, de la Norvège, des États-Unis et du Canada. Beaucoup plus qu'une compilation d'articles, il s'agit d'une monographie intégrée qui fait le point des connaissances actuelles sur cet ongulé: l'habitat, la nutrition, le comportement, les rapports avec les autres animaux, la dynamique des populations et l'aménagement. Un ouvrage de référence qui restera pendant plusieurs années le plus important jamais réalisé sur l'orignal et sur son rôle dans la forêt boréale.

This is not just an assemblage of articles on moose: it is rather an integrated monograph covering our current knowledge of this most widely distributed ungulate and dealing with Habitat, Distribution, Nutrition, Behavior, Coactions with Other Animals, Population Dynamics and Management. Almost every aspect of the ecology of the animal is reviewed by fifty-five experts from the USSR, Finland, Sweden, Norway, the United States, and Canada. This work should remain for several years to come the most valuable single reference for all those concerned with, either the moose itself or, else, its rôle and importance in the boreal forest.

17 × 25 cm, xii–776 pages, tableaux et figures, $27.50

En vente aux
PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL
C.P. 2447, Québec G1K 7R4

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 | Janvier-février 1978 | Numéro 1

SOMMAIRE

MAGNIN, Étienne et Anne-Marie CLÉMENT. Croissance, reproduction et régime alimentaire des touladis *Salvelinus namaycush* (Walbaum) du nord du Québec **1-17**

PINEL-ALLOUL, Bernadette et Étienne MAGNIN. Zooplancton d'une tourbière réticulée du territoire de la baie de James **19-35**

MULLIGAN, Gerald A. et Douglas R. LINDSAY. *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce* in Canada **37-40**

BOUCHARD, Claude J., Dominique DOYON et Camille GERVAIS. Étude comparative de trois chénopodes adventices dans les cultures de la région de Québec: *Chenopodium album* L., *C. ficifolium* Smith et *C. glaucum* L. **41-50**

COMMUNICATIONS BRÈVES:

BISAILLON, André et Jean PIÉRARD. Albinisme chez une mouffette rayée *(Mephitis mephitis,* Schreber) **51-52**

SLOTERDIJK, Harm H. Extension d'aire de la répartition géographique de l'esturgeon noir, *Acipenser oxyrhynchus* Mitchill, dans le fleuve Saint-Laurent au Québec **53-54**

GORDON, David, Neil A. CROLL et Manfred E. RAU. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 1. Les parasites des poissons et des mammifères de la région de Schefferville **55**

RAU, Manfred, Jamie DOYLE et David GORDON. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 2. Les parasites des grenouilles et des serpents de la région de l'île Perrot **56-57**

FRÉCHETTE, Jean-Louis. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 3. Les helminthes de la barbotte brune, *Ictalurus nebulosus* dans la région du fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents **58**

RAU, Manfred, E., Maria S. SHAAR et Rhonda MARKELL. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 4. Les helminthes du carouge à épaulettes *(Agelaius phoeniceus)* de la région sud-ouest du Québec **58-59**

REVUE DES LIVRES **61-62**

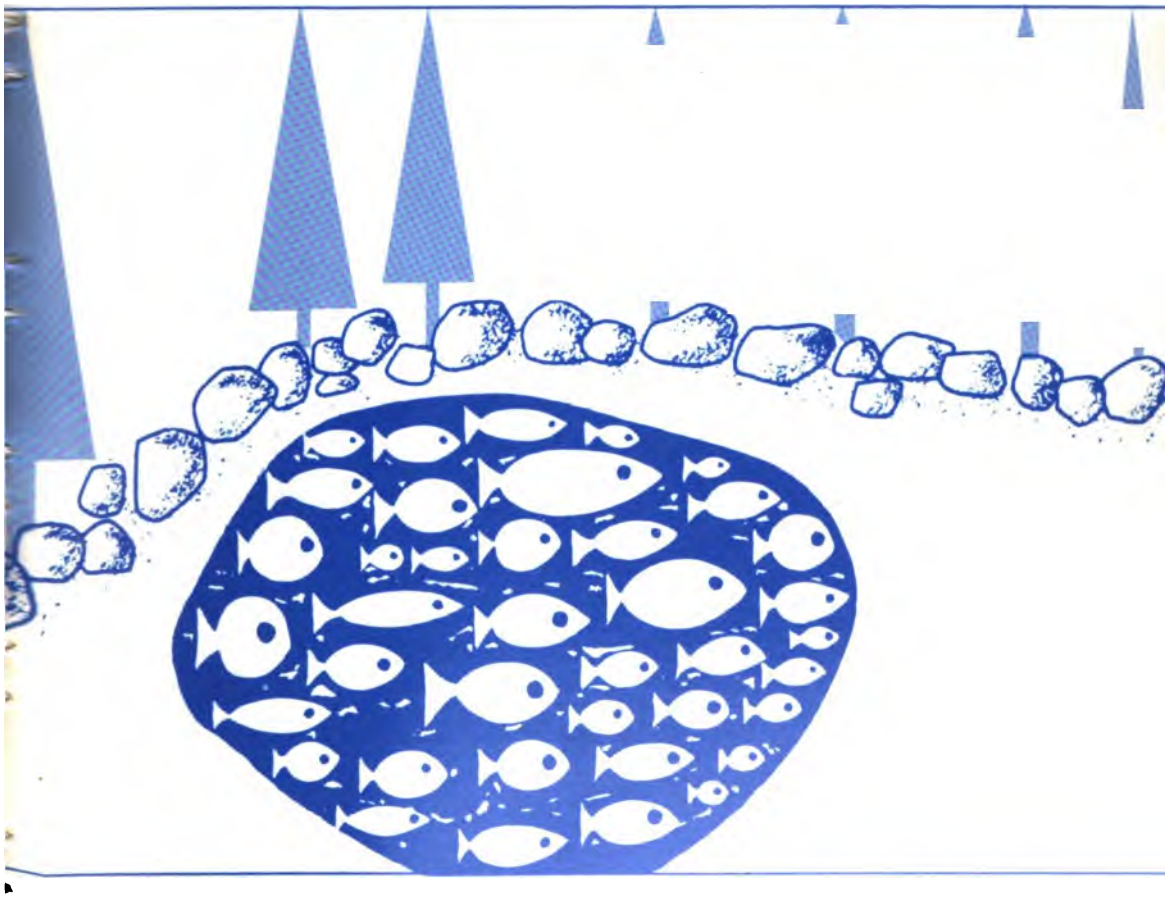
QH
3
285
05
2

Volume 105
numéro 2,
mars-avril 1978

The University of Michigan Library
OCT 1 5 1978

e naturaliste canadie

revue d'écologie et de systématique



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR
G.-WILFRID CORRIVAULT

DIRECTEUR-ADJOINT
MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE
GUY LACROIX

SECRÉTAIRE-ADJOINT
PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*
RENÉ BÉIQUE, *Direction générale de la conservation, Ministère des terres et forêts, Québec*
JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie et du commerce, Québec*
BERNARD BERNIER, *Université Laval*
PAUL BERTHET, *Faculté des sciences de Lyon*
PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*
MICHEL DELSOL, *Faculté catholique de Lyon*
LLOYD M. DICKIE, *Institut d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*
ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*
PAUL GERVAIS, *Université Laval*
ROGER HEIM, *Muséum national d'histoire naturelle de Paris*
WILLIAM S. HOAR, *Université de la Colombie-Britannique*
ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*
VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*
ERNEST LEPAGE, *Saint-Simon, Rimouski*
TREVOR PLATT, *Laboratoire d'écologie marine, Institut océanographique de Bedford, Dartmouth, N. E.*
GASTON MOISAN, *Service de la faune du Québec*
W.E. RICKER, *Office des recherches sur les pêcheries du Canada*
D. M. ROSS, *Université d'Alberta*
HENRI TINTANT, *Faculté des sciences de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction):

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec G1K 7R4

Abonnement annuel

personnel: $15.00 — collectif: $27.00 (multi-user) — le numéro: $4.00
Étranger: $18.00 — numéros spéciaux: $10.00

Publication bimestrielle de l'Université Laval, LE NATURALISTE CANADIEN accepte des **articles inédits**, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée (agronomique, forestière), de la systématique, de la morphologie ou des sciences de la terre.

De brèves **communications scientifiques** seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas excéder 1,500 mots, titre et bibliographie compris.

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétariat de la rédaction,** LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Québec G1K 7P4, Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Conseil national de recherches du Canada et du Ministère de l'éducation du Québec.

Répertorié dans Current Contents Biological Abstracts et Périodex

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768

Dépôt légal — Deuxième trimestre 1978 Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 Mars-avril 1978 Numéro 2

MENSURATIONS MORPHOLOGIQUES, DÉNOMBREMENTS MÉRISTIQUES ET TAXONOMIE DU COELACANTHE, *LATIMERIA CHALUMNAE*

Don E. McALLISTER

Musée des sciences naturelles,
Musées nationaux du Canada, Ottawa K1A 0M8

et

C. Lavett SMITH

Directeur, Département d'ichthyologie,
American Museum of Natural History, New York (N.Y.) 10024

Résumé

Des mesures et données méristiques sont rapportées pour 12 spécimens adultes et 2 embryons de *Latimeria chalumnae*. Les droites de régression et les diagrammes indiquent que le diamètre de l'orbite, la longueur du pédoncule caudal supplémentaire, la longueur de la première et de la seconde dorsales et de la nageoire pectorale et, dans une certaine mesure, la longueur du museau, de la mâchoire supérieure et de la tête (à l'extrémité de l'os operculaire) croissent allométriquement, ces parties étant relativement plus grandes chez les embryons que chez les adultes. La hauteur du corps, la largeur de la pelvienne et de la pectorale, de la plaque gulaire, de la mâchoire inférieure et de l'os operculaire, la longueur de la tête (jusqu'à l'extrémité de l'opercule charnu) et la hauteur du pédoncule caudal augmentent surtout isométriquement par rapport à la longueur standard. Les femelles atteignent, d'après les spécimens connus, une longueur (1 800 mm) et un poids (95 kg) supérieurs à ceux des mâles (1 400 mm et 45 kg). D'après sa longueur, l'holotype de *Latimeria chalumnae* serait une femelle. Les autres caractéristiques étudiées ne varient pas de façon notable de mâle à femelle. On n'a découvert aucune différence marquée, sur le plan géographique, entre les spécimens de l'île Grande Comore et ceux de l'île d'Anjouan. La grande variabilité de la longueur du pédoncule caudal supplémentaire et la présence d'une première dorsale chez un spécimen au pédoncule caudal supplémentaire très réduit viennent confirmer que le *Malania anjouanae* est bien la même espèce que le *Latimeria chalumnae*.

Abstract

Mensural and meristic data are reported for 12 adult specimens and 2 embryos of *Latimeria chalumnae*. Lines of best fit and graphs showed that orbit diameter, the length of the supplementary caudal peduncle, first and second dorsal and fin lengths, and to a lesser extent snout, upper jaw and head length (to end opercular bone) grew allometrically with the embryos having these body parts relatively larger than the adults. Body depth, pelvic and pectoral fin, gular, lower jaw, opercular width, head length (to end fleshy operculum), and caudal peduncle depth grew essentially isometrically with respect to standard length. Females attained greater lengths, 1 800 mm, and weights, 95 kg, than males which are known

to reach only 1 400 mm and 45 kg. The length of the holotype of *Latimeria chalumnae* would suggest that it is a female. Other characteristics studied did not vary markedly between males and females. No significant geographic differences between specimens from Grande Comore or Anjouan Islands were found. The high degree of variability in length of the accessory caudal peduncle and the presence of a first dorsal fin in a specimen with a very much reduced accessory caudal peduncle provide confirmatory evidence for the conspecificity of *Malania anjouanae* with *Latimeria chalumnae*.

Introduction

Grâce aux recherches approfondies de Millot et Anthony (1958, 1965 et en cours d'impression) ainsi que d'autres auteurs (voir la bibliographie dans McAllister, 1971) sur l'anatomie du *Latimeria chalumnae* Smith, la morphologie de ce poisson est l'une des mieux connues qui soient. Bien que l'anatomie du Coelacanthe ait été étudiée à fond, on a consacré beaucoup moins d'attention aux caractéristiques taxonomiques traditionnelles, c'est-à-dire aux comptes méristiques et aux mensurations. Le présent travail présente les mensurations et les comptes méristiques du Coelacanthe, déterminés d'après l'étude de quatorze spécimens et à partir de données déjà publiées, afin de fournir une description taxonomique plus complète de ce poisson et dans l'espoir que ces renseignements puissent être utiles aux néontologues aussi bien qu'aux paléontologues. La connaissance des variations existant au sein d'une espèce vivante, ainsi que les graphiques des dimensions de l'opercule et de la plaque gulaire comparées à la longueur standard, peuvent aider les paléontologues dans l'estimation des dimensions de poissons connus par des os abondants à l'état fossile. En outre, des données sur les embryons trouvés dans l'abdomen de la femelle de l'American Museum of Natural History ont trait à la croissance relative de cette espèce. Enfin, nous présentons des tableaux statistiques et des graphiques ainsi que des données brutes.

Matériel et méthodes

Grâce à l'obligeance des professeurs Jean Anthony et D. Robineau, il a été possible d'étudier 10 spécimens du *Latimeria chalumnae* au Laboratoire d'Anatomie comparée du Museum national d'histoire naturelle à Paris, le 7 septembre 1976. Le temps dont disposait le premier auteur, environ 20 minutes pour chaque spécimen, ne lui a pas permis d'en faire un examen détaillé. Le spécimen du Musée des sciences naturelles, NMC69-112 (C55)[1] a été mesuré une première fois au moment de son acquisition en juillet 1969 et a été mesuré à nouveau le 16 septembre 1976 pour vérifier si les mesures étaient prises de la même façon que celles de Paris. Trois autres spécimens, deux embryons et la mère, ont été étudiés à l'American Museum of Natural History en février 1977. Les données relatives à certaines caractéristiques de l'holotype et des troisième (C3) et quatrième (C4) Coelacanthes ont été tirées des ouvrages de J. L. B. Smith (1940) et de Millot (1954). Pour C4, un des plus petits adultes capturés, on a calculé la longueur de plusieurs parties du corps à partir de la planche n° 3 de l'ouvrage de Millot *et*

[1] La numérotation des spécimens est tirée de l'ouvrage de Millot *et al.* (1972): le premier spécimen (holotype) porte le code C1, le second *(Malania anjouanae)* C2, le troisième C3, et ainsi de suite. Des codes décimaux ont été attribués aux embryons trouvés dans le ventre du spécimen AMNH 32949 (C26) de l'American Museum of Natural History, soit C26.1 au premier, C26.2 au second, ... et *C26.5 au cinquième.*

al. (1972) et de la longueur du corps, en réduisant de 935 mm à 759 mm l'écart existant entre la longueur standard des adultes et celle des embryons. Les mensurations de ces trois spécimens sont susceptibles de varier en fonction des différentes techniques adoptés et de leur état de préservation au moment où les mesures ont été prises.

Les mesures de la figure 1, décrites dans les pages qui suivent, ont été prises au moyen d'un pied à coulisse en métal avec une précision de 2 ou 3 mm pour les longueurs de plus de 300 mm, et à l'aide d'un pied à coulisse à cadran d'une précision de 0,1 mm dans le cas des longueurs inférieures à 300 mm. Les données sont arrondies au millimètre le plus près et exprimées au tableau I en mm et en pourcentage de la longueur standard. Les mesures des nageoires brisées sont précédées du signe « + », indiquant qu'elles sont incomplètes.

MENSURATIONS

Les mesures ont été effectuées sur le côté se trouvant au-dessus au moment où les spécimens ont été retirés des bassins, c'est-à-dire sur le côté gauche des spécimens C15, C20, C24, C26, C26.5, C27, C28 et C55 et sur le côté droit des spécimens C9, C10, C19, C22, C23 et C26.2.

Longueur standard: depuis l'extrémité antérieure de la lèvre supérieure à l'extrémité postérieure du lobe caudal axial. Nous n'avons pas employé la longueur totale jusqu'à l'extrémité des rayons sur le lobe axial caudal, car le bout de la nageoire était souvent brisé. Il est toutefois possible de calculer la longueur totale des spécimens dont la caudale est intacte en ajoutant la longueur de la nageoire caudale à la longueur standard.

Longueur de la tête, opercule charnu: depuis l'extrémité antérieure de la lèvre supérieure au bord le plus postérieur de la partie charnue recouvrant les branchies.

Longueur du museau: depuis l'extrémité antérieure de la lèvre supérieure à la limite de l'orbite charnu.

Longueur de la mâchoire supérieure: depuis l'extrémité antérieure du museau à l'extrémité postérieure de la mâchoire supérieure.

Longueur de la mâchoire inférieure: depuis l'extrémité antérieure de la mâchoire à l'angle postérieur du mandibule au-dessous de l'opercule.

Longueur de la plaque gulaire: longueur longitudinale allant de l'avant à l'arrière de la plaque gulaire.

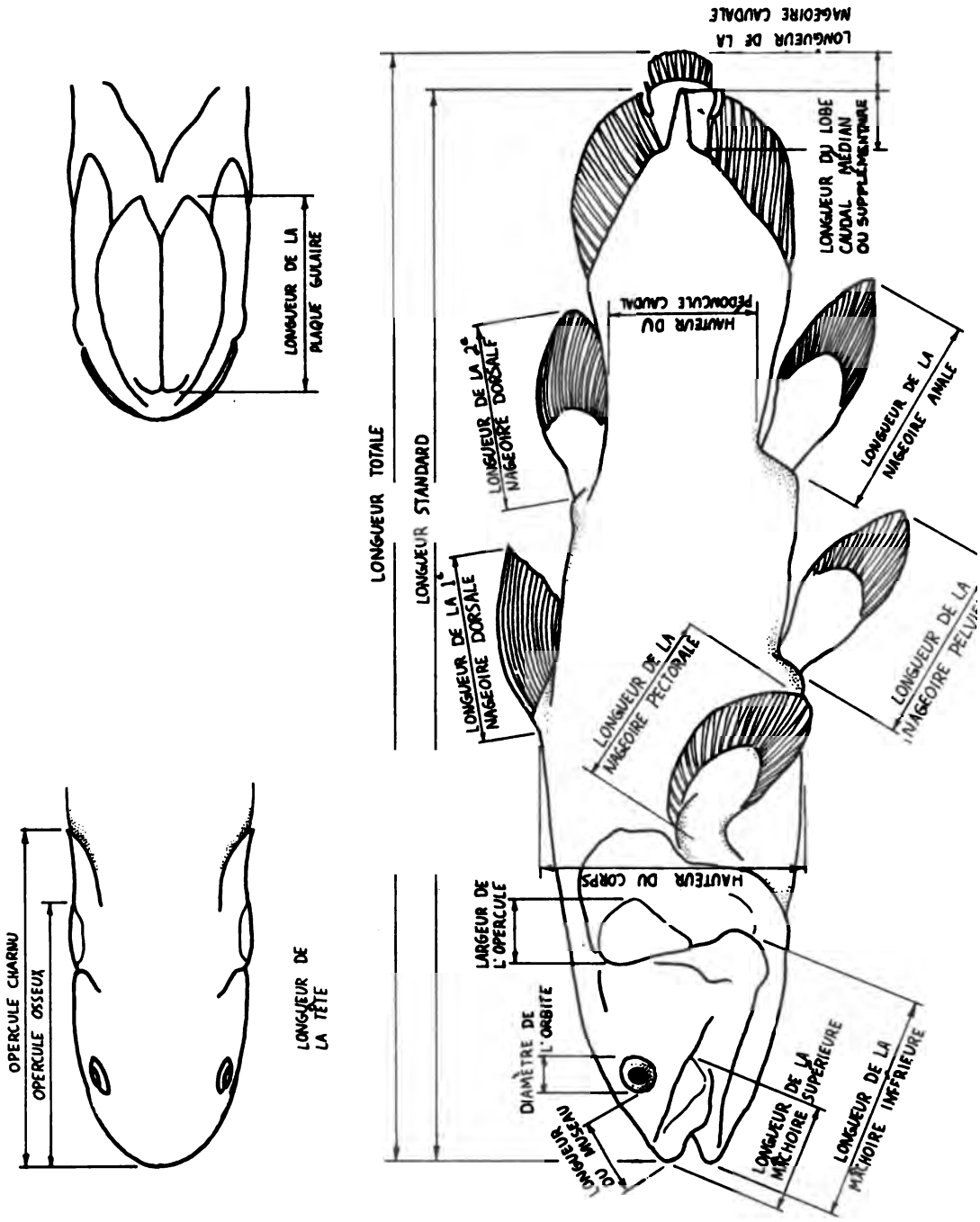
Largeur de l'os operculaire: depuis la limite antérieure de l'os, déterminée au moyen du pied à coulisse, à la limite visible la plus postérieure de l'os, qui semble coïncider avec la limite postérieure réelle.

Diamètre de l'orbite: diamètre horizontal de l'orbite entre les rebords charnus.

Hauteur du corps: hauteur verticale du corps au niveau de la base du premier rayon dorsal; c'est habituellement à ce point que le corps est le plus haut.

Longueur de la 1re nageoire dorsale: depuis la base du premier rayon dorsal à l'extrémité du rayon le plus long (cette nageoire ne repose pas sur un pédoncule).

Longueur de la 2e nageoire dorsale: la longueur de l'ensemble de la nageoire, rayons et pédoncule compris, mesurée depuis l'angle formé par l'avant du pédoncule, au point où il se rattache au corps, à l'extrémité du rayon le plus long.


LONGUEUR DE LA PLAQUE GULAIRE
OPERCULE CHARNU
OPERCULE OSSEUX
LONGUEUR DE LA TÊTE
LONGUEUR TOTALE
LONGUEUR STANDARD
LONGUEUR DE LA 1ère NAGEOIRE DORSALE
LONGUEUR DE LA 2e NAGEOIRE DORSALE
LONGUEUR DE LA NAGEOIRE PECTORALE
LONGUEUR DE LA NAGEOIRE PELVIENNE
LONGUEUR DE LA NAGEOIRE ANALE
HAUTEUR DU PEDONCULE CAUDAL
LONGUEUR DU LOBE CAUDAL MÉDIAN OU SUPPLÉMENTAIRE
LONGUEUR DE LA NAGEOIRE CAUDALE
HAUTEUR DU CORPS
LARGEUR DE L'OPERCULE
DIAMÈTRE DE L'ORBITE
LONGUEUR DU MUSEAU
LONGUEUR DE LA MÂCHOIRE SUPÉRIEURE
LONGUEUR DE LA MÂCHOIRE INFÉRIEURE

Longueur de la nageoire caudale : la longueur des rayons de la nageoire caudale médiane, depuis l'extrémité postérieure du lobe caudal axial à l'extrémité des rayons.

Lobe de la nageoire caudale médiane : longueur du lobe pédonculaire situé au milieu de la nageoire caudale, c'est-à-dire depuis l'extrémité des écailles au-dessus ou au-dessous du lobe (les écailles situées le plus à l'arrière étant retenues) au bout du lobe axial.

Longueur de la nageoire anale : mesurée de la même façon que la deuxième nageoire dorsale.

Hauteur du pédoncule caudal : mesurée verticalement au point le plus étroit de ce pédoncule.

Longueur de la nageoire pelvienne : depuis la base antérieure du pédoncule, à l'endroit où celui-ci forme un angle avec le corps lorsque la nageoire est pliée vers l'avant, à l'extrémité du rayon le plus long de la nageoire.

Longueur de la nageoire pectorale : depuis la base antérieure du pédoncule (à environ un demi-diamètre orbiculaire derrière le bout charnu de l'opercule) jusqu'à l'extrémité du rayon le plus long.

DÉNOMBREMENTS MÉRISTIQUES

On a fait les dénombrements bilatéraux du côté qui se trouvait au-dessus. Le tableau II résume ces dénombrements.

Rayons des nageoires : tous les rayons visibles de l'extérieur ont été comptés. Dans certains cas, il était difficile de déterminer si le premier élément était en fait une écaille ou un petit rayon. Comme nous n'avons fait ni dissection, ni radiographie, le dénombrement des rayons de la deuxième nageoire dorsale et des nageoires anale, pelvienne et pectorale peut comporter une *erreur* de ± 1. Par contre, les rayons épais de la première nageoire dorsale n'ont posé aucun problème de ce genre et leur compte est précis.

Écailles à la ligne latérale : cela comprend les écailles du long du corps, jusqu'à la base du lobe caudal axial, les écailles de ce lobe étant exclues, et les 4 ou 5 écailles situées immédiatement au-dessus de la terminaison postérieure charnue de l'opercule étant incluses.

Écailles situées au-dessus de la ligne latérale : le nombre d'écailles depuis la ligne latérale, les écailles de celle-ci étant exclues, jusqu'à l'écaille médiane située à l'avant de la nageoire dorsale, inclusivement.

Écailles situées au-dessous de la ligne latérale : comme le décompte dernier sauf que c'est jusqu'à l'écaille médiane à l'avant de la nageoire anale.

Écailles du lobe caudal axial : on a compté les petites écailles de la ligne latérale situées sur le lobe caudal axial sous la ligne médiane, depuis la base antérieure à l'extrémité postérieure du lobe.

Nous avons tracé les graphiques et interprété statistiquement les données au moyen d'un mini-ordinateur Hewlett-Packard 9830. On a calculé les droites de Bartlett d'après le programme SIP233 de Peters (1971) et l'analyse en composantes principales a été faite d'après le programme 30 de Davies (1971).

Résultats

CROISSANCE RELATIVE

Les figures 2 à 8 expriment en logarithmes la croissance relative des différentes parties du corps du poisson en proportion de la longueur standard et la figure 9, le poids en proportion de la longueur totale. Les équations arithmétiques des courbes calculées se rappor-

TABLEAU I

Mensurations en mm et pourcentage de longueur standard des parties du corps de *Latimeria chalumnae*

Spécimens	*Sexe*	*Longueur standard*	*Pédoncule caudal supplémentaire*	*Diamètre de l'orbite*	*Longueur du museau*	*Longueur de la mâchoire supérieure*	*Hauteur du corps*	*Longueur de la tête-os operculaire*	*Longueur de la tête-opercule charnu*	*Longueur de la 1re nageoire dorsale*	*Longueur de la 2e nageoire dorsale*	*Longueur de la nageoire caudale*	*Longueur de la nageoire anale*	*Longueur de la nageoire pelvienne*	*Longueur de la nageoire pectorale*	*Longueur de la plaque gulaire*	*Longueur de la mâchoire inférieure*	*Largeur de l'os operculaire*	*Hauteur du pédoncule caudal*
C10	F	1247 100%	17 1%	—	92 7%	145 12%	300 24%	301 24%	375 30%	176 14%	228 18%	+26 +2%	218 17%	244 20%	+249 +20%	196 16%	274 22%	77 6%	180 14%
C15	F	1310 100%	85 6%	45 3%	88 7%	131 10%	294 22%	279 21%	352 27%	195 15%	202 15%	—	194 15%	209 16%	229 17%	180 14%	253 19%	74 6%	170 13%
C27	F	1335 100%	92 7%	47 4%	87 7%	139 10%	356 27%	301 23%	373 28%	176 13%	+178 +13%	—	207 16%	+207 +16%	—	190 14%	268 20%	—	—
C20	M	1324 100%	78 6%	48 4%	98 7%	148 11%	311 23%	304 23%	382 29%	199 15%	223 17%	18 1%	222 17%	235 18%	305 23%	203 15%	280 21%	—	—
C24	M	1344 100%	71 5%	45 3%	97 7%	147 11%	317 24%	311 23%	375 28%	199 15%	222 17%	25 2%	230 17%	236 18%	+260 +19%	199 15%	276 21%	81 6%	191 14%
C22	F	1435 100%	66 5%	49 3%	105 7%	163 11%	292 20%	334 23%	410 29%	213 15%	224 16%	41 3%	240 17%	239 17%	317 22%	211 15%	300 21%	91 6%	199 14%
C19	F	1425 100%	81 6%	49 3%	103 7%	151 11%	329 23%	327 23%	405 28%	226 16%	+227 +16%	—	240 17%	255 18%	287 20%	216 15%	294 21%	87 6%	194 14%

C28	F	1483 100%	86 6%	49 3%	115 8%	170 11%	371 25%	352 24%	447 30%	236 16%	265 18%	—	+230 +16%	280 19%	310 21%	229 15%	316 21%	96 6%	219 15%
C9	F	1623 100%	79 5%	51 3%	116 7%	179 11%	362 22%	379 23%	478 29%	252 16%	293 18%	—	+266 +16%	+285 +18%	333 21%	247 15%	345 21%	104 6%	229 14%
C23	M	1350 100%	83 6%	47 3%	89 7%	146 11%	319 24%	303 22%	373 28%	193 14%	239 18%	—	221 16%	235 17%	300 22%	200 15%	266 20%	75 6%	197 15%
C55	F	1283 100%	83 6%	48 4%	99 8%	153 12%	340 27%	311 24%	394 31%	224 17%	240 19%	42 3%	235 18%	232 18%	270 21%	202 16%	285 22%	75 6%	196 15%
C26	F	1470 100%	94 6%	51 3%	126 9%	188 13%	438 30%	385 26%	485 33%	260 18%	290 20%	—	272 19%	312 21%	325 22%	204 14%	310 21%	93 6%	238 16%
C1	?*	1500 100%	—	56 4%	98 7%	—	370 25%	390 26%	—	—	—	—	—	—	—	225 15%	—	88 6%	210 14%
C3	M	1239 100%	—	50 4%	—	—	340 27%	316 26%	410 33%	—	—	—	—	257 21%	—	198 16%	—	94 8%	189 15%
C4	F	1063 100%	69 6%	34 3%	+43 +4%	+97 +9%	256 24%	228 21%	307 29%	184 17%	182 17%	25 2%	162 15%	192 18%	—	141 13%	—	—	151 14%
C26	?	304 100%	27 9%	17 6%	24 8%	35 11%	65 22%	73 24%	90 30%	57 19%	65 21%	11 4%	63 21%	62 20%	63 21%	40 13%	59 20%	20 7%	44 15%
C26	?	285 100%	30 10%	16 6%	26 9%	36 12%	75 26%	75 26%	93 33%	57 20%	60 21%	11 4%	60 21%	61 21%	66 23%	40 14%	61 22%	19 6%	46 16%
C79	F	407 100%	—	23 6%	15 4%	—	92 23%	83 20%	—	69 17%	—	13 3%	—	—	91 22%	—	—	—	—

* Probablement femelle

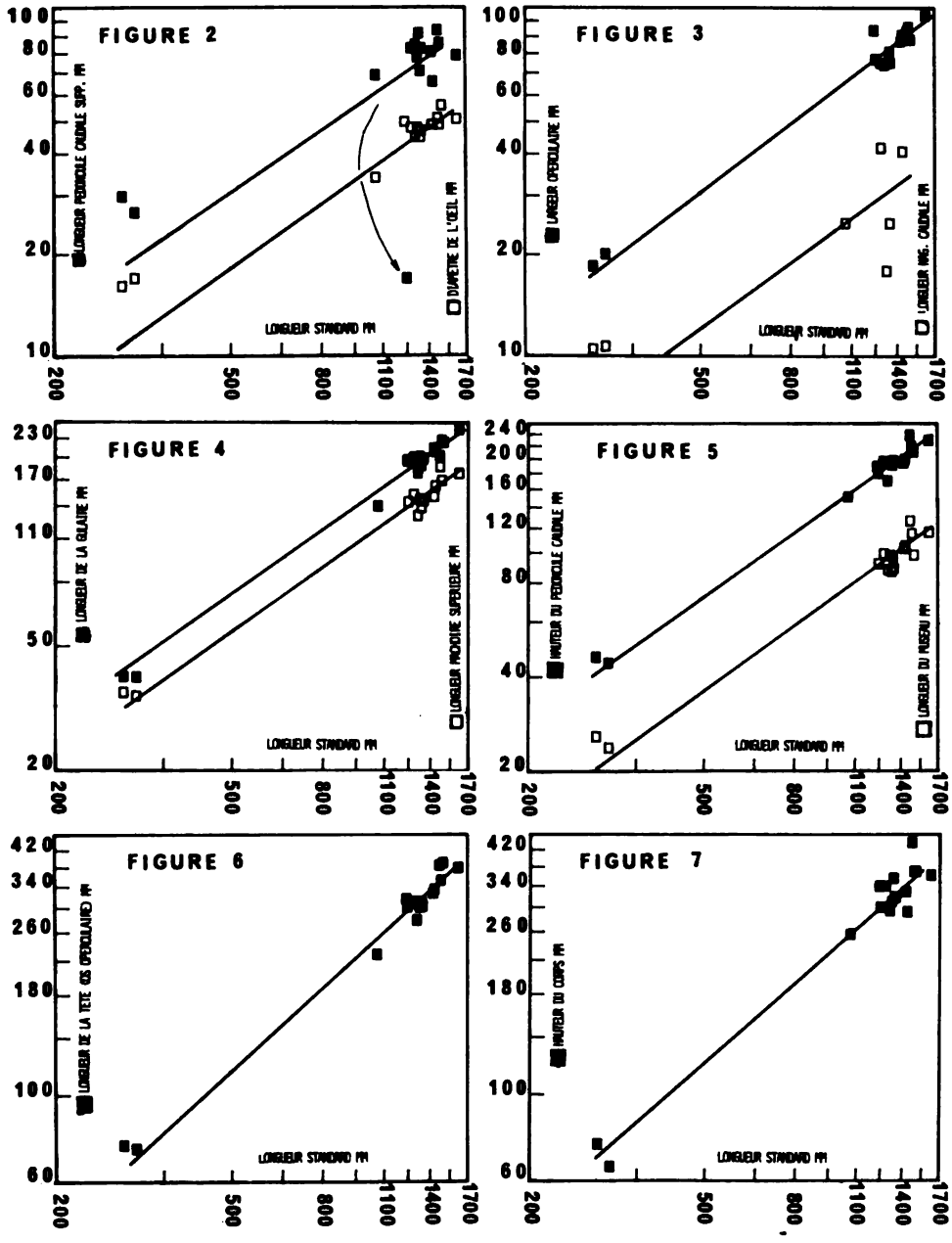
TABLEAU II
Nombre de rayons et d'écailles de *Latimeria chalumnae*

Spécimens	*Sexe*	*Rayons première nageoire dorsale*	*Rayons deuxième nageoire dorsale*	***Rayons nageoire anale***	*Rayons nageoire pelvienne*	*Rayons nageoire pectorale*	*Écailles à la ligne latérale*	*Écailles au pédoncule caudal supplémentaire*	*Écailles au-dessus de la ligne latérale*	*Écailles au-dessous de la ligne latérale*
C10	F	8	27	28	31	31	79	—	11	12
C15	F	8	30	28	31	30	77	17	10	12
C27	F	8	30	30	30	31	76	18	9	12
C20	M	8	28	30	33	32	78	17	10	13
C24	M	8	30	28	33	32	82	20	8	12
C22	F	8	30	29	30	30	80	15	8	14
C19	F	8	28	29	29	31	78	17	9	14
C28	F	8	29	30	31	31	76	18	9	13
C9	F	8	29	28	32	31	77	14	8	12
C23	M	8	30	30	32	31	78	18	11	14
C55	F	8	29	28	31	30	78	18	9	12
C26	F	8	28	30	31	31	82	19	9	13
C26.2	?	8	29	29	32	30	79	21	9	12
C26.5	?	8	30	28	33	29	79	20	8	13
C1	?*	8	30	29	33	32	76	23	—	—
C3	M	8	31	29	33	31	77	—	—	—
Minimum		8	27	28	29	29	76	14	8	12
Maximum		8	31	30	33	32	82	23	11	14
Moyenne		8,00	29,250	28,938	31,563	30,813	78,250	18,214	9,143	12,714
Écart type		0,0	1,065	0,854	1,263	0,834	1,880	2,326	1,027	0,825
Erreur type de la moyenne		0,0	0,266	0,213	0,316	0,209	0,470	0,622	0,275	0,221
Coefficient de variation		0,0	3,640	2,951	4,002	2,707	2,402	12,772	11,234	6,492
Nombre		16	16	16	16	16	16	14	14	14

* Probablement femelle

tant aux adultes seuls et les équations arithmétiques et logarithmiques relatives aux adultes et aux embryons ont été calculées et apparaissent au tableau III. Le sexe des spécimens provient de l'ouvrage de Millot *et al.* (1972). Les données sur le rapport longueur-poids mises à part, nous n'avons pas calculé de courbe distincte pour les mâles et les femelles en raison de la faible taille des échantillons. La longueur de la nageoire caudale n'a pas fait l'objet d'un graphique parce que nous ne disposions que de sept données seulement.

La comparaison des courbes calculées de tous les spécimens avec celles des adultes seulement nous permet de déceler des différences qui existent entre la croissance relative des adultes



Figures 2 à 7. Diagrammes logarithmiques de croissance relative. Les symboles pleins sont identifiés à droite, les symboles vides à gauche.

et celle des embryons. L'examen visuel révèle que la croissance relative des embryons et des adultes manifeste la plus grande allométrie au niveau de la longueur du pédoncule caudal supplémentaire, du diamètre de l'orbite et de la longueur des nageoires (sauf des nageoires pectorales et pelviennes); d'autre part, les différences sont moins prononcées entre la longueur du museau et celle de la longueur de la tête. Ces mesures sont proportionnellement

Partie du corps	*N*	***Regression linéaire des données non-transformées.***	***Regression linéaire des données non-transformées.***	*Regression linéaire des données après transformation logarithmique.*
Longueur du pédoncule caudal supplémentaire	14**	$y = 67{,}3 + 0{,}00969x$	$y = 30{,}2 + 0{,}0353x$	$\log y = 3{,}787 + 0{,}0536 \log x$
Diamètre de l'orbite	16	$y = 14{,}6 + 0{,}0242x$	$y = 10{,}1 + 0{,}273x$	$\log y = 1{,}636 + 0{,}0332 \log x$
Longueur du museau	15	$y = -18{,}7 + 0{,}0859x$	$y = -2{,}91 + 0{,}0751x$	$\log y = -0{,}629 + 0{,}0736 \log x$
Longueur de la machoire supérieure	14	$y = -46{,}2 + 0{,}145x$	$y = -6{,}06 + 0{,}117x$	$\log y = -0{,}788 + 0{,}113 \log x$
Hauteur du corps	17	$y = 31{,}5 + 0{,}221x$	$y = 25{,}6 + 0{,}224x$	$\log y = 0{,}645 + 0{,}241 \log x$
Longueur de la tête — os operculaire	17	$y = -81{,}5 + 0{,}298x$	$y = -11{,}3 + 0{,}246x$	$\log y = -5{,}41 + 0{,}241 \log x$
Longueur de la tête — opercule charnu	16	$y = -6{,}84 + 0{,}299x$	$y = 7{,}93 + 0{,}288x$	$\log y = -6{,}63 + 0{,}298 \log x$
Longueur de la nageoire dorsale première	15	$y = -13{,}3 + 0{,}164x$	$y = 6{,}61 + 0{,}150x$	$\log y = -5{,}21 + 0{,}159 \log x$
Longueur de la nageoire dorsale deuxième	13	$y = -32{,}4 + 0{,}199x$	$y = 4{,}21 + 0{,}173x$	$\log y = -2{,}59 + 0{,}177 \log x$
Longueur de la nageoire caudale	7	$y = 33{,}1 - 2{,}31x$	$y = 4{,}03 + 0{,}0205x$	$\log y = 0{,}610 + 0{,}0231 \log x$
Longueur de la nageoire anale	13	$y = -58{,}0 + 0{,}211x$	$y = -0{,}198 + 0{,}169x$	$\log y = -1{,}71 + 0{,}170 \log x$
Longueur de la nageoire pelvienne	14	$y = 25{,}4 + 0{,}164x$	$y = 2{,}03 + 0{,}167x$	$\log y = -2{,}58 + 0{,}183 \log x$
Longueur de la nageoire pectorale	12	$y = -23{,}9 + 0{,}230x$	$y = 10{,}2 + 0{,}205x$	$\log y = -1{,}47 + 0{,}213 \log x$
Longueur de la plaque gulaire	17	$y = 4{,}74 + 0{,}145x$	$y = 2{,}47 + 0{,}146x$	$\log y = 0{,}319 + 0{,}148 \log x$
Longueur de la machoire inférieure	14	$y = -3{,}94 + 0{,}211x$	$y = -2{,}30 + 0{,}210x$	$\log y = -1{,}085 + 0{,}209 \log x$
Largeur de l'os operculaire	14	$y = 1{,}06 + 0{,}612x$	$y = 3{,}25 + 0{,}0594x$	$\log y = -0{,}282 + 0{,}0618 \log x$
Hauteur du pedoncule caudal	15	$y = -0{,}655 + 0{,}145x$	$y = 1{,}20 + 0{,}144x$	$\log y = 0{,}496 + 0{,}145 \log x$
Poids, males	26	$y = -32{,}36 + 0{,}503x$*	—	$\log y = -3{,}692 + 2{,}462 \log x$
Poids, femelles	20	$y = -100{,}22 + 1{,}058x$*	—	$\log y = -5{,}394 + 3{,}279 \log x$

* Adultes seulement, longueur totale — ** Spécimen avec pedoncule rudimentaire est omis.

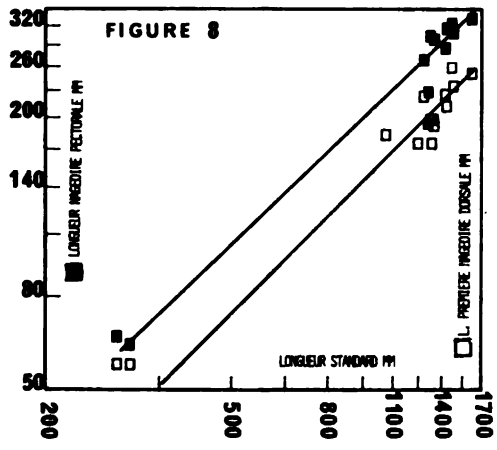
plus grandes chez l'embryon que chez l'adulte. Pour chacune de ces mesures (sauf la longueur de la nageoire caudale et la longueur de la mâchoire supérieure), l'ordonnée arithmétique à l'origine est significativement différente au niveau de probabilité de 5 pourcent pour la courbe des adultes seuls comparée à celle des adultes et des embryons combinés. Exception faite des données sur la nageoire caudale, dont on ne peut tenir compte en raison de la faible taille des échantillons, la pente des courbes pour tous les caractères des adultes seulement ne diffère pas significativement de celle des adultes et des embryons au niveau de probabilité de 5 pourcent.

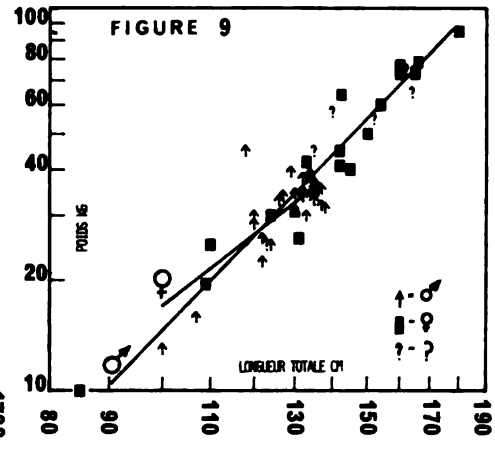
Toujours sur le plan de la croissance, la longueur de la tête jusqu'à l'opercule charnu, la longueur de la mâchoire inférieure, la hauteur du corps et du pédoncule caudal, la longueur des plaques gulaires, la longueur des nageoires pelvienne et pectorale et la largeur de l'opercule sont essentiellement isométriques. L'isométrie de la plaque gulaire et de l'os operculaire, qui sont abondants comme fossiles, laisse entrevoir la possibilité de déterminer la dimension du poisson à partir de ces parties du corps.

Thompson et Hahn (1968) à partir de leurs recherches sur le rhipidistien fossile *Eusthenopteron foordi,* découvert dans des gisements du Dévonien supérieur dans la baie d'Escuminac, au Québec, ont démontré que les courbes arithmétiques des longueurs de la tête et de la mâchoire inférieure par rapport à la longueur standard étaient essentiellement rectilignes dans une série de spécimens variant de 40 à 470 mm.

La longueur de la mâchoire inférieure et de la partie charnue de la tête chez nos spécimens de *Latimeria* était aussi rectiligne, mais la longueur de la tête à la pointe de l'opercule osseux dénote une certaine allométrie. Thompson et Hahn (1968) ont montré que la longueur du lobe caudal axial et le diamètre de l'œil sont proportionnellement plus grands chez les petits spécimens. Nous sommes parvenus à des conclusions analogues chez *Latimeria.* Comme on peut le voir sur les graphiques de la figure 2 et sur les photos de la figure 10, la longueur du lobe caudal central et le diamètre de l'orbite sont relativement plus grands chez l'embryon que chez l'adulte.

En résumé, 9 des 16 ordonnées à l'origine ne présente pas de différences





Figures 8 à 9. Diagrammes logarithmiques de croissance relative. Les symboles pleins dans la figure 8 sont identifiés à droite, les symboles vides à gauche. La ligne courte dans la figure 9 représente les mâles, la ligne longue les femelles.

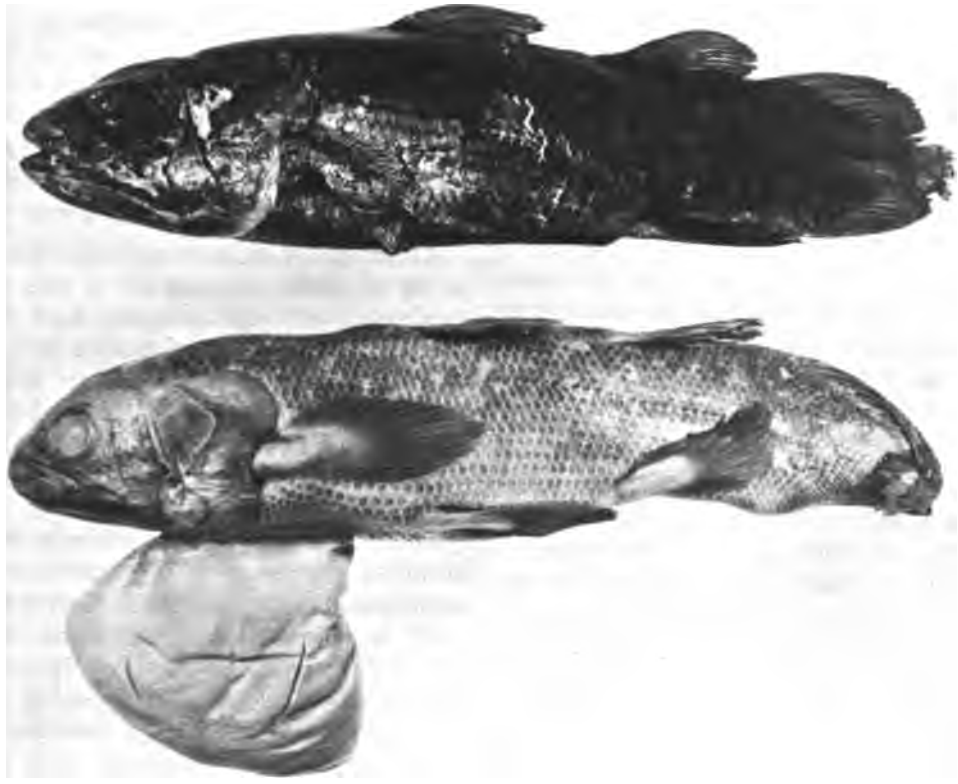


Figure 10. En haut: *Latimeria chalumnae* adulte, spécimen C55, longueur standard de 1 283 mm (= NMC69-112), au Musée des sciences naturelles à Ottawa (section des photos, Musées nationaux). En bas: embryon, spécimen C26.2 (= AMNH 32949), à l'American Museum of Natural History, New York (photo: Chester Tarka, du musée en question).

significatives et aucune des pentes des courbes calculées pour les adultes, ainsi que pour les embryons et les adultes, n'est différente. Chez deux des courbes seulement, l'on a noté des différences appréciables; ce sont celles qui ont trait à la longueur du pédoncule caudal supplémentaire et au diamètre de l'orbite. La longueur de ce pédoncule est très variable.

Tant qu'il n'aura pas été possible de mesurer des spécimens intermédiaires *entre l'adulte le plus petit* et le plus grand embryon, il semble qu'on ne doive pas attacher trop d'importance à ces différences. Il est certes surprenant que ces dernières ne soient pas plus marquées. Cela peut nous amener à soupçonner que l'inflexion prévue à laquelle on pourrait s'attendre entre séries de croissance relative des larves et des poissons adultes (Martin 1949) a déjà eu lieu et, par conséquent, qu'il s'agit d'embryons à terme dont la naissance était imminente. Toutefois, une analyse en composantes principales portant sur 11 des caractéristiques mor-

phométriques de 13 spécimens démontre que les embryons se distinguent des adultes sur la première composante principale, qui exprime des différences de taille. Cette analyse ne révèle ni différence sexuelle qui ne soit pas reliée à la taille, ni de différence d'une île à l'autre, soit entre Grande Comore et Anjouan, qui suggère que les populations soient en contact.

La figure 9 présente le rapport global longueur-poids. Les données sont de Millot *et al.* (1972), qui ont enregistré la longueur totale et non la longueur standard. Il semble que les femelles atteignent des longueurs et des poids supérieurs à ceux des mâles. Tous les mâles, à l'exception faite d'un spécimen douteux qui mesurait 1 640 mm et pesait 65 kg, étaient au-dessous de 1 400 mm et de 45 kg. Millot *et al.* (1972) mettent en doute la détermination du sexe du spécimen mâle de 1 640 mm (C66), le cinquième en grosseur parmi les coelacanthes connus. D'après le diagramme longueur-poids (fig. 9), il s'agirait plutôt d'une femelle. Les autres cas douteux qui atteignent 140 cm ou plus de longueur totale (C1, C34, C35, C39, C40) seraient probablement aussi des femelles. Une bonne partie des femelles dépassait les 1 400 mm et les 65 kg, et l'une d'entre elles atteignait même 1 800 mm et 95 kg.

Données méristiques

Les données méristiques ainsi que diverses mesures statistiques se trouvent résumés au tableau II. L'analyse en composantes principales n'a révélé aucune hétérogénéité sous-jacente, attribuable au sexe, à la situation géographique (d'une île à l'autre) ou à d'autres causes. Cependant, la taille de l'échantillon était peut-être trop limitée pour faire ressortir une telle hétérogénéité.

Le nombre de rayons de la première nageoire dorsale *ne varie* pas. Ces rayons ont un épaississement secondaire qui leur donne la rigidité d'épines. Chez les téléostéens, les rayons épineux s'avèrent habituellement moins variables que les rayons mous. Cela tient peut-être à la sélection rigoureuse agissant sur la nageoire comme dispositif anti-prédateur ou éperon.

Taxonomie, évolution et conclusion

Les analyses présentées ici ne permettent pas de conclure à la présence de plus d'une espèce en se fondant sur les variations étudiées. Les mensurations et les données méristiques, même si elles sont très restreintes pour ce genre d'analyse, ne laissent pas non plus supposer que les spécimens de Grande Comore et d'Anjouan aient appartenu à des populations différentes.

Les nouvelles données portent sur la validité de *Malania anjouanae,* nom donné au second spécimen néontologique de coelacanthe (Smith, 1953), où l'absence de lobe axial et de la première dorsale a été invoquée pour conclure qu'il s'agissait d'un autre genre de coelacanthe, le *Malania.* Or, la longueur du lobe axial caudal constitue l'une des données les plus variables chez tous les spécimens étudiés ici. Chez un adulte, elle était même inférieure à celle des embryons. Cependant, ce spécimen possédait une nageoire dorsale normale. Comme Millot le suggéra en 1954 et comme s'en doutait probablement Smith, nous concluons que le *Malania anjouanae* était un spécimen anormal du *Latimeria chalumnae.*

Les coefficients de variation des données méristiques varient de 0 à 12,7 chez le *Latimeria chalumnae.* Ces chiffres sont comparables à ceux obtenus dans le cas de poissons arctiques qu'étudie actuellement l'un de nous. Le plateau continental de l'Arctique est sujet à des variations de température

et de salinité considérables (McAllister, 1977); McCosker et McCosker (1977), alors qu'ils étaient en plongée près de Grande-Comore, rapportent avoir découvert à des profondeurs de 30 à 60 mètres, que l'eau de pluie s'infiltre par des strates volcaniques poreuses et s'écoule par des canaux sous-marins et des sources; il s'ensuit des fluctuations notables de température et de salinité. À supposer que les deux milieux varient dans un même ordre de grandeur, la variabilité méristique semble comparable. Selon une hypothèse quelquefois émise, l'extinction de groupes anciens serait attribuable à la perte de cette faculté de variation et, dès lors, de sélection et d'adaptation. Cette conclusion ne paraît pas applicable au *Latimeria*. Si la variabilité chez une espèce constitue un indice de succès, *Latimeria* devrait avoir un avenir prometteur!

Remerciements

Sans l'aide précieuse du professeur Jean Anthony et de D. Robineau, ce document n'aurait pas vu le jour. Ils ont mis à notre disposition des spécimens de leur magnifique collection de Coelacanthes, leur laboratoire et des instruments de mesure. MM. Henri Ouellet, Douglas Copeman et C. G. Gruchy et Mme Sylvie Pharand-Coad ont bien voulu donner leur avis sur les versions provisoires du manuscrit. À tous, les auteurs désirent exprimer leurs plus vifs remerciements.

Références

DAVIES, R. G. 1971. Computer programming in quantitative biology. — Academic Press. Londres, New York, 492 p.

MARTIN, W. R. 1949. The mechanics of environmental control of body form in fishes. — Univ. Toronto Studies, Biol. Ser. No 58, 91 p.

McALLISTER, Don E. 1971. Le vieux quadrupède, «Fossile vivant». Collection Odyssée No 1, édition française. Musée national des sciences naturelles, Ottawa, 25 p.

McALLISTER, Don E. 1977. Ecology of the marine fishes of Arctic Canada. — Procs. Circumpolar Conf. Northern Ecol. Natl Res. Counc. Canada, Ottawa, p. 49-65.

McCOSKER, SANDRA and JOHN McCOSKER, 1977. To the islands of the moon. — Pacific Discovery 29(1): 19-32, photos.

MILLOT, J. 1954. Le troisième coelacanthe. — Naturaliste malgache, Supplément 1, 22 p., 50 planches.

MILLOT, J. et J. ANTHONY, 1958. Anatomie de *Latimeria chalumnae*. Tome 1, Squelette, muscles et formations de soutien. — Éditions du Centre national de la recherche scientifique, Paris, 122 p., 30 fig., 90 planches.

MILLOT, J. et J. ANTHONY, 1965. Anatomie de *Latimeria chalumnae*. Tome II, Système nerveux et organes des sens. — Éditions du Centre national de la recherche scientifique, Paris. 131 p., 56 fig., 76 planches.

MILLOT, J. et J. ANTHONY, Anatomie de *Latimeria chalumnae*. Tome III, — Éditions du Centre national de la recherche scientifique, Paris. (Sous presse).

MILLOT, J., J. ANTHONY et D. ROBINEAU, 1972. État commenté des captures de *Latimeria chalumnae* Smith (Poisson, Crossoptérygien, Coelacanthidé) effectuées jusqu'au mois d'octobre 1971. — Bull. Musée national d'histoire naturelle zool. 39(53): 533-548.

PETERS, James A. 1971. Biostatistical programs in BASIC language for time-shared computers: co-ordinated with the book «Quantitative zoology». — Smithson. Contrib. Zool No 69, 46 p.

SMITH, J. L. B. 1940. A living coelacanthid fish from South Africa. — Trans. Roy. Soc. South Africa No 28, 106 p., 44 planches.

SMITH, J. L. B. 1953. The second coelacanth. — Nature 171: 99-102.

THOMPSON, K. S. and Kathleen V. HAHN, 1968. Growth and form in fossil rhipidistian fishes (Crossopterygii). — J. Zool. 156(2): 199-223.

Naturaliste can., 105: 77-80 (1978).

PREMIÈRE MENTION DE *PSAMMORYCTIDES BARBATUS* (GRUBE) (ANNELIDA; OLIGOCHAETA) EN AMÉRIQUE DU NORD ET NOTE SUR SA DISTRIBUTION DANS LE HAUT ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

B. VINCENT, G. VAILLANCOURT et S. McMURRAY

Département chimie-biologie, Groupe de recherche Thermopol
Université du Québec à Trois-Rivières

Résumé

129 spécimens du Tubificidae *Psammoryctides barbatus* (Grube) ont été récoltés dans le haut estuaire du Saint-Laurent. C'est la première mention en Amérique du Nord de cette espèce qui n'avait, jusqu'à présent, été signalée que dans la région paléarctique.

Abstract

129 specimens of *Psammoryctides barbatus* (Grube) (Oligocheta, Tubificidae) were sampled in upper estuary of the St. Lawrence River. It is the first mention in North America concerning this species which has been, until now, only collected in the palearctic area.

Nous avons trouvé 129 spécimens du Tubificidae *Psammoryctides barbatus* (Grube) (Annelida; Oligochaeta) dans des échantillons de benthos récoltés en août 1977 dans le haut estuaire du Saint-Laurent; c'est la première mention de cette espèce en Amérique du Nord. Jusqu'à présent, elle n'avait été signalée que dans la région paléarctique (Brinkhurst et Jamieson, 1971) où elle peuple une grande variété de milieux. On la retrouve dans les principaux lacs et fleuves d'Europe aussi souvent que les espèces eurytopes *Limmodrilus hoffmeisteri* et *Tubifex tubifex* (Brinkhurst et Jamieson, 1971). Elle est aussi présente dans de nombreux petits lacs, dont ceux de l'étage subalpin (Brinkhurst, 1964), dans des cours d'eau de faible dimension (Gross, 1976) et dans les eaux saumâtres (Bagge et Ilus, 1973; Pfannkuche, 1974). Elle préfère les substrats sableux aux substrats vaseux (Brinkhurst et Kennedy, 1962; Juget, 1958) et les eaux riches en oxygène dissous (Berg *et al.*, 1962); Milbrink (1973) considère *Psammoryctides barbatus* comme une espèce indicatrice d'eaux peu ou pas polluées.

L'échantillonnage de la faune benthique du haut estuaire du Saint-Laurent a été effectué en 17 points échelonnés entre le lac Saint-Pierre et l'Islet (fig. 1). Dans la région de Gentilly, nous disposions déjà de 36 stations placées sur 6 transects. Elles sont prospectées de façon intensive depuis le mois de novembre 1975 (Vincent et Vaillancourt, 1977). Les 11 autres points, situés l'un à la décharge du lac Saint-Pierre et les autres en aval des Becquets, comportent chacun deux stations. Elles sont localisées près de la rive sud, à des profondeurs respectives d'environ 0,5 m et 3 m par rapport au zéro des cartes du service hydrographique du Canada. Nous avons prélevé trois échantillons à l'aide d'une benne Petersen, d'une sur-

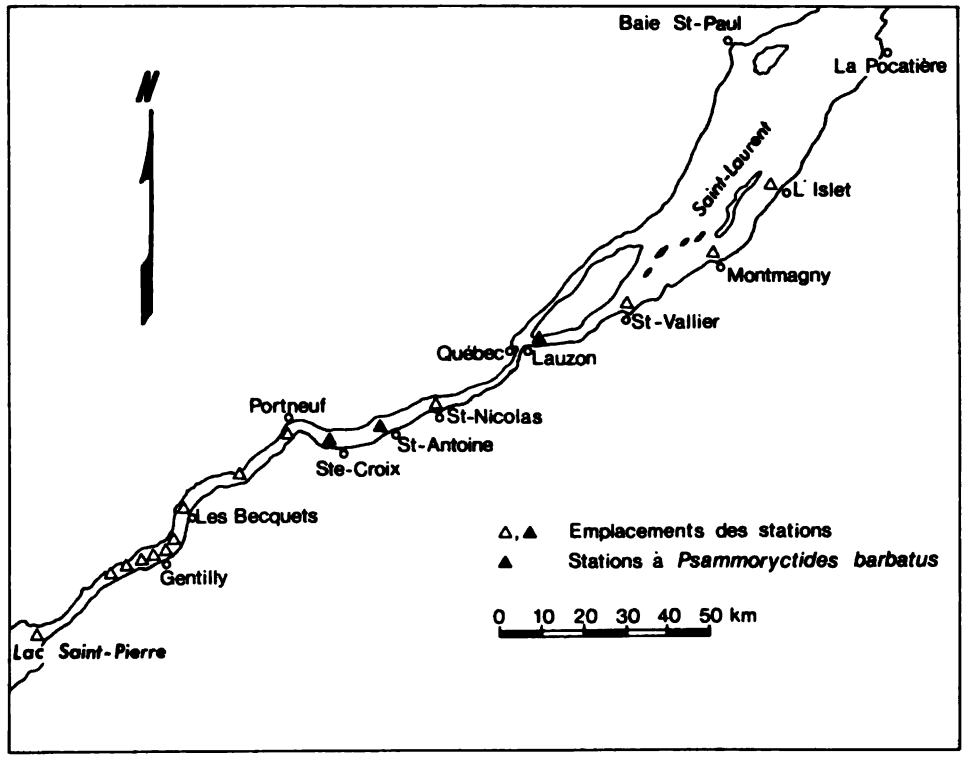


Figure 1. Emplacement des stations d'échantillonnage et distribution de *Psammoryctides barbatus* dans le haut estuaire du Saint-Laurent.

face de 0,1 m², à chaque station. Cette méthode d'échantillonnage, adaptée surtout aux substrats meubles, nous donne des densités d'organismes probablement très inférieures à la réalité entre Portneuf et Lauzon, où les cailloux sont nombreux. Près de Saint-Nicolas, le lit est rocheux et les résultats sont peu significatifs.

Tous les spécimens de *Psammoryctides barbatus* proviennent du haut estuaire inférieur (Ouellet et Cerceau, 1976) ou estuaire d'eau douce à courant réversible (Rousseau, 1967), qui est compris entre Portneuf et l'Islet. Ils ont été récoltés aux 6 stations situées près de Sainte-Croix, de Saint-Antoine et de Lauzon (fig. 1). Leur substrat est un mélange compact de sable et de particules fines recouvert de cailloux. C'est dans cette section du Saint-Laurent que les courants sont les plus forts: au niveau de Lauzon, leur vitesse atteint un maximum de 2 m/s en surface pendant le reflux. La majorité de nos spécimens (100 ind.) provient de Lauzon: la densité des populations est de 216/m² à 3 m de profondeur et de 116/m² à 0,5 m de profondeur pour des fréquences (pourcentage d'individus d'une espèce par rapport au total des individus, Dajoz (1970)) qui sont respectivement de 11,1% et de 2,9%. Sa distribution est uniforme et il est accompagné des espèces dominantes *Viviparus georgianus* (Castropoda), *Pisidium amnicum* (Pelecypoda) et de nombreux Erpobdellidae (Hirudinoidea). *Psammoryctides barbatus* est peu abondant près de Sainte-Croix (25/m² et 16/m²) et de Saint-Antoine (33/m² et 15/m²), mais sa fréquence reste comprise entre 2,6% et 7%. Dans ces stations, les autres es-

pèces les plus abondantes sont le Tubificidae *Peloscolex ferox* et les Sphaeriidae *Pisidium amnicum* et *Sphaerium corneum.* Il est probable que *Psammoryctides barbatus* se trouve aussi près de Saint-Nicolas bien qu'il soit absent dans les prélèvements qui, comme nous l'avons déjà signalé, sont trop fragmentaires pour être significatifs.

Nos résultats montrent que *Psammoryctides barbatus* est bien implanté dans la partie de l'estuaire comprise entre Portneuf et Lauzon. Par contre, il est absent ou rare entre Portneuf et les Becquets puisque nous n'y avons rencontré aucun spécimen. Il est peu probable qu'il soit présent dans la région de Gentilly où nous avons récolté 850 échantillons dans des biotopes très variés, sans jamais le trouver. En aval de Lauzon, il est absent des substrats sableux situés près de Saint-Vallier ainsi que des stations de Montmagny et de l'Islet qui sont dans les eaux saumâtres (1-8%) (Lavoie et Beaulieu, 1971) des vasières estuariennes de l'Estuaire moyen supérieur. D'après les données de Pfannkuche (1974) on pourrait le rencontrer dans la partie amont de l'estuaire moyen, jusqu'au niveau de la Pocatière.

Cette première mention de *Psammoryctides barbatus* peut s'expliquer par l'absence de recherches antérieures sur le benthos du haut estuaire et, de façon plus générale, par la méconnaissance de la faune des Oligochètes aquatiques du Québec. Cependant nous pensons qu'il pourrait s'agir effectivement d'une espèce paléarctique d'introduction récente dans le Saint-Laurent. Les arguments en faveur de cette hypothèse sont les mêmes que ceux développés par Brinkhurst et Jamieson (1971) à propos des Tubificidae *Limnodrilus cervix, Peloscolex ferox, Potamothrix bavaricus, P. hammoniensis, P. moldaviensis* et *P. vedjovskyi.* En effet, *Psammoryctides barbatus* peuple une très grande variété de milieux en Europe et, si son implantation dans la région néarctique était ancienne, cette espèce y aurait probablement colonisé des écosystèmes dont on connaît bien la faune benthique, tels que les Grands Lacs et le Saint-Laurent près de Gentilly. Son absence de ces régions est d'autant plus significative que la confusion de cette espèce avec une autre est improbable en raison de la présence chez *Psammoryctides barbatus* de soies antérieures palmées, très caractéristiques. D'autre part son arrivée récente, par rapport à celles des autres Tubificidae d'origine paléarctique, pourrait expliquer la localisation précise de ses populations. Cependant, il est possible que les rapides Richelieu, situés près de Portneuf, constituent un obstacle provisoire à sa remontée dans le fleuve. Les prélèvements qui seront effectués lors des prochaines années en plusieurs points du Saint-Laurent permettront, peut-être, de vérifier cette hypothèse en précisant, s'il y a lieu, la chronologie de la colonisation du fleuve par *Psammoryctides barbatus.*

Remerciements

Nous remercions le Dr. D. G. Cook, de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada, pour ses suggestions pertinentes à l'étude taxonomique des Oligochètes et qui a accepté de vérifier la détermination de nos spécimens. Ce travail a été réalisé grâce à l'assistance financière du Centre national de la recherche du Canada, de la Commission hydroélectrique du Québec, du Ministère de l'éducation du Québec et de l'Énergie atomique du Canada limitée.

Références

BAGGE, P. et E. ILUS, 1973. Distribution of benthic tubifids in Finnish coastal waters in relation to hydrography and population. — Oikos, suppl. 15: 214-225.

BERG, K., P. M. JONASSON et K. W. OCHELMANN, 1962. The respiration of some animals from the profundal zone of a lake. — Hydrobiologia, 19: 1-40.

BRINKHURST, R. O., 1964. Observations on the biology of lake dwelling Tubificidae. — Arch. Hydrobiol., 60: 385-418.

BRINKHURST, R. O. et B. G. M. JAMIESON, 1971. Aquatic Oligochaeta of the World. — Univ. Toronto Press, 860 p.

BRINKHURST, R. O. et C. R. KENNEDY, 1962. Some aquatic Oligochaeta from the Isle of Man with special reference to the Silver Burn Estuary. — Arch. Hydrobiol., 58: 367-376.

DAJOZ, R., 1970. Précis d'écologie. — Dunod éd., Paris, 357 p.

GROSS, F., 1976. Les communautés d'Oligochètes d'un ruisseau de plaine. Leur utilisation comme indicateurs de la pollution organique. — Annls Limnol., 12(1): 75-87.

JUGET, J., 1958. Recherche sur la faune de fond du Léman et du lac d'Annecy. — Annls. Stn. Cent. Hydrobiol. appl., 7: 9-96.

LAVOIE, R. et G. BEAULIEU, 1971. Salinité des eaux de surface dans l'estuaire du Saint-Laurent. — Naturaliste can., 98: 191-193.

MILBRINK, G., 1973. On the use of indicator communities of Tubificidae and some Lumbriculidae in the assessment of water pollution in Swedish Lakes. — Zoon. 1: 125-139.

OUELLET, Y. et J. CERCEAU, 1976. Mélange des eaux douces et salées du Saint-Laurent. Circulation et salinité. — Cah. Centreau, Univ. Laval, Québec, 1(4): 1-57.

PFANNKUCHE, O., 1974. Zür Systematik und Oekologie naidomorpher Brackwasser Oligochaeten. — Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst., 71: 115-134.

ROUSSEAU, J., 1967. Pour une esquisse biogéographique du Saint-Laurent. — Cah. Géogr. Québec, 23: 181-242.

VINCENT, B. et G. VAILLANCOURT, 1977. Cartographie biotypologique du fleuve Saint-Laurent près des installations nucléaires de Gentilly (Québec). — Ed. Thermopol, Trois-Rivières, 97 p. + carte.

Naturaliste can., 105: 81-87 (1978).

50 ANS DE CROISSANCE PÉRIODIQUE DANS LES PLANTATIONS D'ÉPINETTE BLANCHE ÉTABLIES À GRAND'MÈRE, QUÉBEC, SUR DES SOLS SABLONNEUX

J.D. GAGNON

Centre de recherches forestières des Laurentides
Service canadien des forêts
Ministère des pêches et de l'environnement, Sainte-Foy, Québec, G1V 4C7

Résumé

La croissance périodique, depuis 1926 jusqu'à 1976, des plantations d'épinette blanche à Grand'Mère établies sur des terres sablonneuses soustraites à l'agriculture, a été étudiée. Les résultats montrent que le nombre d'arbres à l'hectare n'a cessé de diminuer d'un inventaire à l'autre, pour passer, selon la qualité bonne, moyenne ou pauvre des stations étudiées, de 3 780/ha qu'il était en 1926, à respectivement 1 260, 843 et 475 arbres à l'hectare en 1976, soit après 50 ans de croissance. De plus, sur l'ensemble des parcelles échantillons des trois qualités de station, le volume marchand atteint, en général, un sommet à 45 ans, puis à l'âge de 50 ans diminue à 169, 64 et 25 m³/ha selon la qualité des stations. La diminution progressive du nombre d'arbres depuis le début de la plantation et de celle du volume après 1971 sont attribuées aux conditions adverses du milieu, aux attaques périodiques, répétées avec plus ou moins d'intensité, de la tordeuse des bourgeons de l'épinette et probablement à la compétition d'arbres entre eux.

Abstract

Periodical growth, from 1926 to 1976, of the Grand'Mère white spruce plantations established on formerly cultivated sandy farm land, was studied. Results indicated that trees per hectare decreased considerably depending on the quality of the site. There were 3 780 trees per ha in 1926, in 1976 there were 1 260, 843 and 475 trees per hectare on good, medium and poor sites respectively. For all sample plots studied on each of the three sites merchantable volume reached a peak at 45 years, and at 50 years diminished to 169, 64 and 25 m³/ha depending on site quality. The gradual diminishing of the number of trees per hectare since the beginning of this plantation and the diminishing of volume after 1971, are attributable to unfavourable site conditions; to periodical attacks, repeated with more or less intensity, by the spruce budworm; and also probably to tree competition.

Introduction

Les plantations de Grand'Mère, constituées d'environ 98% d'épinettes blanches (*Picea glauca* (Moench) Voss) et couvrant une superficie de 3 900 hectares, furent établies sur une ancienne plaine marine à dépôts sableux. Près de 2 500 hectares furent plantés sur des terres sablonneuses épuisées par l'agriculture alors que 1 400 hectares le furent sur d'anciens pâturages et d'anciennes terres à bois. Sur ces derniers sites, le rendement en volume de bois par unité de surface, a toujours été de beaucoup supérieur à celui des sites ayant été cultivés où d'ailleurs la rentabilité des plantations est demeurée douteuse. Cependant, prises dans leur ensemble, Conway (1964) évalua que

les plantations de Grand'Mère constituaient en 1964 un gain pour la compagnie.

La présente étude ne traite que d'une partie de ces immenses plantations, plus précisément du Bloc Proulx (Lat. 45°37'N.; Long. 75°42'O.) de la région forestière des Grands Lacs et du Saint-Laurent, section L.4a-Laurentienne (Rowe 1972), soit une superficie de 2 300 hectares localisée au sud-est de Grand'Mère (Gagnon, 1972) dont 1 300 hectares furent plantés avec de l'épinette blanche sur des sites représentatifs des terres sablonneuses de la plaine du Saint-Laurent comprise entre les comtés de Joliette et de Québec. À ce titre, ces plantations jouissent d'un intérêt particulier et ont un intérêt pratique par l'information qu'elles nous fournissent sur leur croissance durant 50 ans. Un taux de croissance similaire peut en effet être prévu pour toute plantation d'épinette blanche établie, avec le même espacement, sur d'anciennes terres agricoles semblables.

Quelques années après la plantation, la mortalité chez les épinettes blanches plantées entre 1925-28 dans les milieux pré-décrits, était déjà considérée comme forte. En 1946, le taux de mortalité était devenu si élevé (entre 15% et 27%) que l'on commença à s'interroger sur la capacité du milieu à favoriser le développement de l'épinette blanche. Cunningham (1953) tira de son inventaire effectué en 1946 des conclusions pessimistes quant à l'avenir de ces plantations. Les plantations d'épinette blanche à Grand'Mère devinrent alors un véritable laboratoire à ciel ouvert. De nombreuses études effectuées par des chercheurs de différentes disciplines et rapportées par Gagnon (1972) attribuèrent la cause de l'état anémique des épinettes blanches soit à la pauvreté du sol, à l'absence d'humus, au chancre cystosporéen, à l'étranglement des racines ou encore à leur localisation dans la zone superficielle du sol.

En 1965, la tordeuse des bourgeons d'épinette (*Choristoneura fumiferana* Clem.) qui, d'après Brown (1970) avait été présente dans la région de 1942 à 1958, fit de nouveau son apparition à l'état d'infestation dans les plantations d'épinette blanche. Il fut reconnu par la suite qu'une autre espèce, la pyrale des cônes de l'épinette (*Dioryctria reniculelloides* Mut. & Mun.) avait participé aux dommages[1,2]. Mais son action sur la croissance est négligeable comparée à celle de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Pour cette raison, il ne sera plus question de cette deuxième espèce par la suite. En 1967, la défoliation chez l'épinette blanche atteignit une intensité telle que, au printemps de l'année 1968 l'on tenta de restreindre l'activité par un arrosage au phosphamidon. Devant le peu de succès de ce premier arrosage, un second, cette fois avec du fenitrothion, fut effectué en 1970. Depuis ce dernier arrosage, la population de l'insecte défoliateur s'est maintenue à un niveau variant de modéré à élevé mais aucun autre arrosage n'a été effectué par la suite.

En même temps que s'effectuèrent les arrosages contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, une expérience de fertilisation, localisée sur un site d'épinette blanche de qualité moyenne était en cours. Au terme des 10 ans de cette expérience, soit en 1972, Gagnon, Conway et Swan (1976a, 1976b) démontrèrent que l'élément potassium ajouté au sol à raison de 94 kg/ha, avait produit, malgré l'attaque continue de la tor-

[1] *Communication personnelle.*
[2] *S.A. Nicholson and R. F. DeBoo.* File report n° 35 — Grand'Mère, P. Québec.

deuse, un surplus de bois de 27,8 m³/ha (4 cunits à l'acre) au coût de $2,36 le m³ ou $6,72 le cunit. Le prix du bois à la souche valait, dans les plantations, en 1972 $6,36 le mètre cube ($18,00 le cunit).

En considération du fait qu'il n'existe, à l'exception de nos travaux, aucune étude à long terme sur la croissance des plantations d'épinette blanche à Grand'Mère établies sur des sols sablonneux soustraits à l'agriculture, nous croyons nécessaire de montrer comment, avec deux interventions par l'arrosage en vue de restreindre l'activité de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, ces plantations se sont développées depuis leur origine en 1926 jusqu'en 1976, soit durant 50 années de croissance. L'originalité de cette étude repose sur le fait que les données périodiques présentées dans ce travail proviennent des mêmes parcelles échantillons établies en 1946.

Matériel et méthodes

Les épinettes blanches (2+2) furent plantées entre 1925 et 1928, surtout en 1926, et provenaient de la pépinière de la compagnie située alors près de la gare ferroviaire de Proulx. Sur les parcelles étudiées, les épinettes furent plantées à raison de 3 780 arbres par hectare (1 530 à l'acre) soit avec un espacement d'environ 1,5 mètre (5 pieds). Plusieurs types de plantage ont été employés à Grand'Mère, mais nous ne pouvons déterminer avec certitude le type employé (Cunningham, 1953). Les renseignements puisés localement nous ont appris que les deux méthodes en fosses individuelles à la pelle et en sillons labourés ont été les plus employées après 1926.

Les 52 parcelles, chacune de 0,04 hectare, qui font l'objet de cette étude, ont été établies en 1946 *par* Cunningham (1953). Ces parcelles sont localisées surtout de chaque côté du rang St-Mathieu et sont systématiquement réparties à des intervalles de 201 mètres (10 chaînes) le long de virées distantes de 402 mètres. Au premier inventaire, en 1946, 55 parcelles échantillons avaient été mesurées, mais depuis 1971, trois parcelles ont été coupées, une par inadvertance, les deux autres pour la construction d'un nouveau chemin. Parmi les 52 parcelles mesurées, trois sont de qualité bonne, 24 de qualité moyenne et 25 de qualité pauvre. Ces trois qualités de station correspondent aux types forestiers *Calliergon, Calliergon-Polytrichum* et *Cladonia-Polytrichum* respectivement et couvrent chacun 20, 45 et 35% de la superficie plantée du Bloc Proulx. Ces types forestiers avaient déjà été déterminés à l'aide des plantes indicatrices par Gagnon et MacArthur (1959).

Les stations de qualité bonne sont localisées surtout le long du rang St-Mathieu plus précisément aux endroits où étaient situés les établissements des fermiers, probablement les étables, granges, les jardins, les anciennes terres à bois et ici et là formant de petits îlots. Les stations de qualité moyenne et bonne occupent de plus grandes superficies. Il est possible que ces stations soient reliées à la nature de l'utilisation des terres et au degré de leur épuisement en éléments nutritifs.

En 1957, 81, 325 et 303 arbres des trois qualités de station furent étudiés. Une courbe diamètre-hauteur fut d'abord tracée pour chacun des trois types forestiers puis une seconde courbe diamètre-volume tracée cette fois à l'aide des tables de volume[3] pour la classe de forme 65. Le volume de chaque parcelle a ainsi été déterminé.

Le plan de travail, après 1956, prévoyait que les volumes devaient être déterminés à chaque décennie subsé-

quente à partir de nouvelles courbes diamètre-hauteur et diamètre-volume. Malheureusement, en 1966 et subséquemment, il n'était plus possible de mesurer avec une précision acceptable la hauteur des arbres à cause de la destruction annuelle de la flèche terminale par la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Ainsi, pour les inventaires de 1966 et subséquents, la courbe diamètre-volume tracée en 1957 a été légèrement prolongée pour évaluer, avec une erreur moindre que celle qui aurait résulté d'une extrapolation de la courbe diamètre-hauteur, le volume des quelques arbres de gros diamètre.

Dans le présent rapport, seules les parcelles qui n'ont pas été coupées entre 1946 et 1976 ont été considérées. C'est dire que les autres ont été rejetées et que les résultats des inventaires périodiques indiqués sont directement comparables.

Résultats et discussion

Alors que le nombre d'arbres à l'hectare diminue d'un inventaire à l'autre, le diamètre moyen augmente sur les trois sites étudiés. D'autre part, le volume total à l'hectare des parcelles établies sur les stations de qualité moyenne et pauvre, atteint un sommet en 1966 puis diminue graduellement en 1971 et en 1976, tandis que pour les parcelles établies sur la station de qualité bonne, cette diminution du volume total n'apparaît qu'à l'inventaire de 1976. Sur ce dernier site, le volume marchand suit l'allure du volume total, mais sur les deux autres sites, le sommet en volume total est atteint cinq ans plus tôt (tableau I).

L'examen du tableau I nous indique un taux élevé de mortalité qui augmente à un rythme différent d'un inventaire à l'autre. En effet, après le premier inventaire, couvrant la période de 1926 à 1946, le nombre d'arbres vivants avait diminué de 15, 18 et 27% chez les stations de qualité bonne, moyenne et pauvre. De 1946 à 1966, ce nombre avait diminué de 24, 43 et 54% alors que de 1966 à 1976, le pourcentage de diminution du nombre d'arbres atteignait 49, 52 et 63%. À la fin de l'expérience, soit pour la période comprise entre 1926 et 1976, le taux de mortalité pour ces mêmes stations de qualité bonne, moyenne et pauvre s'établissait à 67, 78 et 87%. Un taux de mortalité aussi élevé est difficile à justifier dans une plantation.

On peut expliquer le taux de mortalité observé de 1926 à 1946 par le fait que la plantation a été effectuée sur une grande superficie, par un personnel de tout âge et peu initié à ce genre de travail. De plus, il est possible que la neige, les mulots, les lièvres, les porcs-épics aient causé de sérieux dégâts à la plantation en plus de ceux provoqués par la compétition d'une flore agressive.

L'augmentation du taux de mortalité durant la période de 1946 à 1966 a attiré l'attention de nombreux chercheurs. La pauvreté du sol en éléments assimilables (Lafond, 1954; Swan, 1962), la location des racines dans la zone superficielle du sol (Paine, 1960), qui sur un sol sablonneux presque totalement démuni d'humus comme celui des stations étudiées provoque infailliblement le dessèchement des racines, et probablement aussi la compétition des arbres entre eux ainsi que la présence de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, n'ont pas été sans affecter le taux de survie des arbres plantés.

L'augmentation spectaculaire du taux de mortalité de 1966 à 1976 est surtout attribuée à l'action destructive de la tordeuse des bourgeons de l'épinette par ses attaques répétées sur les arbres

TABLEAU I

Développement périodique, de 1926 à 1976, de l'épinette blanche plantée en 1926 sur des sols sablonneux à Grand'Mère, Québec

Types forestiers:		*Calliergon*	*Calliergon-Polytrichum*	*Cladonia Polytrichum*
Qualité de la station:		*bonne*	*moyenne*	*pauvre*
Nombre de parcelles:		3	24	25
Nombre d'arbres plantés à l'hectare	1926	3 780	3 780	3 780
Nombre d'arbres vivants à l'hectare	1946*	3 220	3 104	2 772
	1956	2 948	2 108	1 473
	1961	2 686	1 890	1 357
	1966	2 454	1 762	1 273
	1971	1 878	1 248	815
	1976	1 260	843	475
Diamètre moyen (mm)	1946	69	64	51
	1956	114	91	74
	1961	127	107	86
	1966	137	122	102
	1971	160	140	119
	1976	180	152	140
Volume total à l'hectare (m^3)	1946	47,2	30,2	14,5
	1956	140,8	50,7	18,8
	1961	178,1	67,0	26,7
	1966	187,6	86,2	36,0
	1971	211,5	81,9	33,0
	1976	184,6	73,2	27,6
Volume marchand à l'hectare (m^3)	1946	19,0	8,3	1,7
	1956	112,9	28,6	9,4
	1961	151,6	49,0	16,4
	1966	162,3	68,5	25,8
	1971	190,0	68,9	28,1
	1976	168,5	63,8	25,1

* Les données de 1946 sont tirées de l'inventaire de Cunningham, For. Res. Div. Silviculture Res. Note N° 103. 1953.

(Belyea, 1952), et peut-être aussi à une compétition grandissante parmi les arbres vivants. Sauf pour la période comprise entre 1959 et 1967 (Brown, 1970), l'insecte défoliateur a toujours été présent dans les plantations de Grand'Mère et à certaines époques il s'est manifesté avec virulence (Blais *et al.*, 1975). En 1967, l'attaque par la tordeuse était très sévère et la sévérité de l'infestation dura quelques années. La compétition possible des arbres entre eux ne serait pas due au nombre d'arbres par hectare mais plutôt à leur position dans les parcelles échantillons. En effet, la mortalité a créé des trouées dans la plantation de sorte que les arbres vivants avec un espacement aussi restreint que 1,5 mètre pour un âge de 40 ans et plus ont formé des îlots très boisés et disséminés ici et là dans la plantation en l'occurence les parcelles étudiées. La formation des trouées serait aussi, d'après Ouellet

(1971) et Lavallée (1972), fort probablement attribuable à la carie rouge alvéolaire du pied.

Tous les facteurs pré-décrits étant mis en cause, il n'est pas surprenant que, après 50 ans, les plantations de Grand'Mère établies sur des sols sablonneux, aient atteint un taux de mortalité aussi élevé que 67% sur les stations de qualité bonne, 78% sur celles de qualité moyenne et 87% sur celles de qualité pauvre.

Malgré tous ces facteurs adverses du milieu qui ont régulièrement augmenté le taux de mortalité des arbres, on constate une bonne augmentation du diamètre moyen surtout sur les stations de qualité bonne qui atteint 69 mm en 1946, 137 mm en 1966, et 180 mm en 1976. Sur ces stations, le diamètre moyen de tous les arbres dépasse celui de l'arbre moyen de la station de qualité moyenne des tables de production normale construites par Popovich (1977). Dans les peuplements naturels — sapin et épinette blanche — de la région boréale du Québec, âgés de 50 ans et avec à peu près le même nombre de tiges à l'unité de surface, le diamètre moyen de tous les arbres n'atteint pas celui des plantations de Grand'Mère (Vézina et Linteau, 1968). Seul le diamètre moyen de la portion dominante de ces peuplements peut se rapprocher de celui des plantations de Grand' Mère établies sur des terres sablonneuses.

Le changement périodique du volume tant total que marchand ne peut s'expliquer à la lumière des connaissances acquises sur le développement des peuplements naturels. En forêts naturelles, quand un peuplement a atteint sa maturité, il y meurt autant de bois qu'il ne s'en produit, de sorte que le volume demeure sensiblement le même jusqu'à ce que l'incendie, le *châblis ou tout autre* catastrophe, et il va de soi, la coupe totale, vienne mettre fin au peuplement.

Dans les plantations étudiées, ce changement périodique des volumes est différent. Sur les stations de qualité bonne, les volumes total et marchand atteignent un maximum en 1971, soit à 45 ans, puis déclinent considérablement. Sur les stations de qualité moyenne et pauvre, ces volumes, en général, atteignent un maximum à l'âge de 40 ans, soit cinq ans plus tôt, puis commencent à décliner plus lentement. En forêts naturelles, c'est l'inverse qui se produit. Dans ces derniers cas, plus les sites sont riches, plus vite est atteint l'âge de révolution et le volume demeure relativement stable, du moins durant nombre d'années.

Cette diminution du volume après 40 et 45 ans coïncide avec une infestation majeure et prolongée de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Cette épidémie, de modérée qu'elle était en 1965, devint sévère en 1967 et depuis, l'insecte a maintenu sa population à un taux variant de modéré à élevé, du moins jusqu'en 1976.

À la fertilisation, à l'éclaircie, la lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette doit donc s'ajouter aux pratiques d'aménagement forestier, en l'occurence des plantations d'épinette blanche établies sur des sols similaires à ceux des sols du Bloc Proulx des plantations de Grand'Mère.

Références

BELYEA, R. M., 1952. Death and deterioration of balsam fir weakened by spruce budworm defoliation in Québec. — J. For. 50: 729-738.

BLAIS, J. R., P. BENOÎT and R. MARTINEAU, 1975. Aerial control operations against the spruce budworm in Québec. p. 113-125. *In* Aerial control of forest insects in Canada. — Ed. M. L. Prebble. Can. Dept. Environ. 330 p.

BROWN, C. E., 1970. Cartons montrant les infestations de la tordeuse des bourgeons de l'épinet-

te (*Choristoneura fumiferana* Clem.) dans l'ouest du Canada de 1909 à 1966. — Pub. 1263 Can. Min. Pêches et Forêts Serv. Can. For. 4 p.

CONWAY, J. M., 1964. On the rentability of the Grand'Mère plantations. — Commun. C.P.P.A. Montréal, W. SI N° 2321 (F-1).

CUNNINGHAM, G. C. 1953. Growth and development of coniferous plantations at Grand'Mère, Québec. — Can. Dept. Resources and Development, Forestry Branch, For. Res. Div., Silv. Res. Note N° 103. 28 p.

GAGNON, J. D. and J. D. MacARTHUR, 1959. Ground vegetation as an index of site quality in white spruce plantations. — Can. Dep. Northern Affairs Nat. Resources For. Branch Mem. Tech. Note 70. 12 p.

GAGNON, J. D. 1972. Les plantations de Grand' Mère: modèle de reboisement pour l'avenir. — Can. Centre Rech. For. des Laurentides, Ste-Foy, Qué. Rapp. Inf. Q-X-30F. 32 p.

GAGNON, J. D., J. M. CONWAY et H.S.D. SWAN, 1976a. Étude économique des plantations de Grand'Mère 10 ans après fertilisation. — For. Chron. 52(1): 26-29.

GAGNON, J. D., J. M. CONWAY and H.S.D. SWAN, 1976b. Growth response following fertilizer application in the Grand'Mère plantations. — For. Chron. 52 (2): 53-56.

LAFOND, A., 1954. Les déficiences en potassium et magnésium des plantations de *pinus strobus, Pinus resinosa* et *Picea glauca* de la province de Québec. — Ass. ing. for. du Québec. Texte des Conf., 34e Assembl. Annu. 65-82.

LAVALLÉE, A., 1972. État pathologique d'une plantation d'épinette blanche après fertilisation à Grand'Mère. — Can. Centre Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Qué. Rapp. Inf. Q-F-X-33. 39 p.

OUELLETTE, G. B., G. BARD and R. CAUCHON, 1971. Self-strangulation of roots: points of entry of root-rot fungi in the Grand'Mère white spruce plantations. — Phytoprotection 52 (3): 119-124.

PAINE, L. A., 1960. Nutrient deficiences and climatic factors causing low volume production and active deterioration in white spruce. — Can. Dep. Agr. For. Pub. 1067. 29 p.

POPOVICH, S., 1977. Tables de production normale pour les plantations d'épinettes blanches au Québec. — Can. Centre Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Qué. Rapp. Inf. LAU-X-26 13 p.

ROWE, J. S., 1972. Forest Regions of Canada. — Can. Dep. Environ. For. Res. Pub. N° 1300.

SWAN, H.S.D., 1962. The mineral nutrition of the Grand'Mère plantations. — Woodl. Sec. Index Can. Pulp Pap. Assoc. N° 2139 (F-1), 1-6.

VÉZINA, P. E., and ANDRÉ LINTEAU. 1966. Growth and yield of balsam fir and black spruce in Quebec. — Can. Dep. For. and Rural Development For. Br. Inf. Rep. Q-X-2. 58 p.

Naturaliste can., 105: 89-101 (1978).

RÉGIME ALIMENTAIRE DE SEPT POISSONS LITTORAUX DE LA GRANDE ANSE DE L'ÎLE PERROT, SUR LE LAC SAINT-LOUIS, PRÈS DE MONTRÉAL, QUÉBEC

Étienne MAGNIN, Eugenia MURAWSKA[1] et Anne-Marie CLÉMENT

Département des Sciences biologiques, Université de Montréal, C.P. 6128, Montréal, H3C 3J7

Résumé

Les analyses de contenus stomacaux ont été faites sur 868 poissons de mai à octobre 1972. *Pimephales notatus* (32) est seulement phytoplanctonophage. *Notemigonus crysoleucas* (306) et *Notropis volucellus* (188) mangent surtout du phyto- et du zooplancton. Les quatres autres poissons se nourrissent d'organismes benthiques: Amphipodes et larves d'insectes comme *Ambloplites rupestris* (48) et *Fundulus diaphanus* (89), larves d'insectes comme *Lepomis gibbosus* juvéniles (88), mollusques comme *Lepomis gibbosus* âgés (81) ou organismes variés comme *Etheostoma exile* (36). Des comparaisons ont été faites entre les organismes présents dans les contenus stomacaux et ceux présents dans la zone littorale du lac Saint-Louis.

Abstract

Stomach content analyses of 868 fishes were performed from May to October 1972. *Pimephales notatus* (32) was only phytoplanktonophagous. *Notemigonus crysoleucas* (306) and *Notropis volucellus* (188) ate mainly phyto- and zooplankton. Other four fishes were eating the benthic organisms: Amphipoda and insects larvae as *Ambloplites rupestris* (48) and *Fundulus diaphanus* (89), insects larvae as *Lepomis gibbosus* juvenils (88) or Mollusks as old *Lepomis gibbosus* (81) or organisms diversified as *Etheostoma exile* (36). Comparisons were made between organisms present in stomach contents and those present in littoral part of Lake Saint-Louis.

Introduction

Ce travail s'inscrit dans la suite des études entreprises depuis 1967 sur le lac Saint-Louis. Nous avons déjà donné un aperçu général de la faune benthique (Magnin, 1968 et 1970) et du phytoplancton littoral (Alaerts-Smeesters et Magnin, 1974). Quelques groupes benthiques ont été étudiés de façon plus approfondie: les Crustacés Isopodes (Magnin et Leconte, 1971); les Mollusques Gastéropodes (Pinel-Alloul et Magnin, 1971, 1973; Stanczykowska *et al.*, 1971, 1972; Stanczykowska et Magnin, 1973) et Pélécypodes (Magnin et Stanczykowska, 1971). Nous avons pensé que l'étude de l'utilisation des divers organismes benthiques ou planctoniques par les poissons viendrait compléter la description écologique de la Grande Anse de l'île Perrot qui fait partie du lac Saint-Louis situé au sud de l'île de Montréal. Comme nous le verrons, d'autre part, le régime alimentaire de ces poissons a été peu étudié au Québec ou même au Canada.

Matériel et méthodes

Nos recherches ont porté uniquement sur la Grande Anse de l'île Perrot, où notre équipe de recherche avait étudié précédemment la nourriture de la perchaude (Fortin et Magnin, 1972), du crapet de roche (Maynard, 1968) et du

[1] Adresse actuelle: *Instytut Rybactwa Sródladovego*, Olsztyn, Pologne.

crapet-soleil (Michaud, 1968). Du 17 mai au 25 octobre 1972 nous avons examiné 306 chattes de l'est *Notemigonus crysoleucas*, 188 ménés pâles *Notropis volucellus*, 169 crapets-soleil *Lepomis gibbosus*, 89 fondules barrés *Fundulus diaphanus*, 48 crapets de roche *Ambloplites rupestris*, 36 dards à ventre jaune *Etheostoma exile* et 32 ventre-pourris *Pimephales notatus*. Tous ces spécimens ont été capturés avec une seine de rivage de 33 mètres de longueur et dont les mailles mesuraient 6 mm de côté. Les pêches avaient lieu généralement le jour entre 10 et 14 heures.

Les contenus stomacaux de chaque poisson étaient fixés au formol sur le terrain. Au laboratoire, on les pesait et on comptait sous le microscope stéréoscopique tous les organismes phytoplanctoniques et benthiques présents. Cela nous a permis de calculer un coefficient de réplétion, c'est-à-dire le pourcentage de la masse du contenu stomacal par rapport à la masse du corps. Nous avons aussi utilisé la méthode de dénombrement qui donne le pourcentage des diverses catégories d'organismes mangés par les poissons par rapport au nombre total d'organismes trouvés dans les contenus stomacaux à chaque pêche. Les avantages et les inconvénients de cette méthode ont été discutés en détail par Hynes (1950) et Windell (1968).

Nous avons aussi recueilli sur le terrain les glandes génitales des individus et nous avons calculé le rapport gonadosomatique. Les variations de ce rapport nous permettent de préciser la période de fraye et de mettre éventuellement en évidence les changements dans la nutrition des poissons au cours de cette période.

Résultats

Nous décrirons tout d'abord les variations quantitatives de la nourriture ingérée par les divers poissons au cours de l'été et au cours de la journée en nous basant sur les coefficients de réplétion. Nous passerons ensuite en revue le régime alimentaire des sept espèces de poissons examinés.

VARIATIONS SAISONNIÈRES DU COEFFICIENT DE RÉPLÉTION

La période de fraye des chattes de l'est s'étend de la mi-juin à la mi-juillet (fig. 1). Les crapets de roche frayent les deux premières semaines de juillet (Maynard, 1968), les fondules barrés (Fournier et Magnin, 1975), les ménés pâles et les crapets-soleil les trois dernières de juillet. Nous n'avons pas pu préciser les dates de fraye des dards à ventre jaune et des ventre-pourris à cause du faible nombre de spécimens; il est probable cependant que ces derniers frayent durant tout l'été, comme cela a été établi au Michigan par Hubbs et Cooper (1936).

Chez le crapet-soleil et le fondule barré, on observe une diminution du coefficient de réplétion de la fin du mois de mai au 10 ou 25 juillet (tableau I), ce qui correspond à la période de fraye. Chez la chatte de l'est et le méné pâle, par contre, les variations de ce coefficient au cours de l'été sont très irrégulières et difficiles à interpréter. Chez les trois autres espèces, enfin, l'échantillonnage est trop faible pour permettre d'interpréter les fluctuations observées.

RÉGIME ALIMENTAIRE DE LA CHATTE DE L'EST, *NOTEMIGONUS CRYSOLEUCAS*

Les chattes de l'est utilisent principalement les organismes animaux plantoniques ou benthiques mais elles utilisent aussi en quantité non négligeable le phytoplancton (tableau II). Ce dernier devient plus important à partir de la fin du mois de juillet alors que les organismes animaux, très nombreux durant la première quinzaine de juillet, ont sensiblement diminué (tableau III).

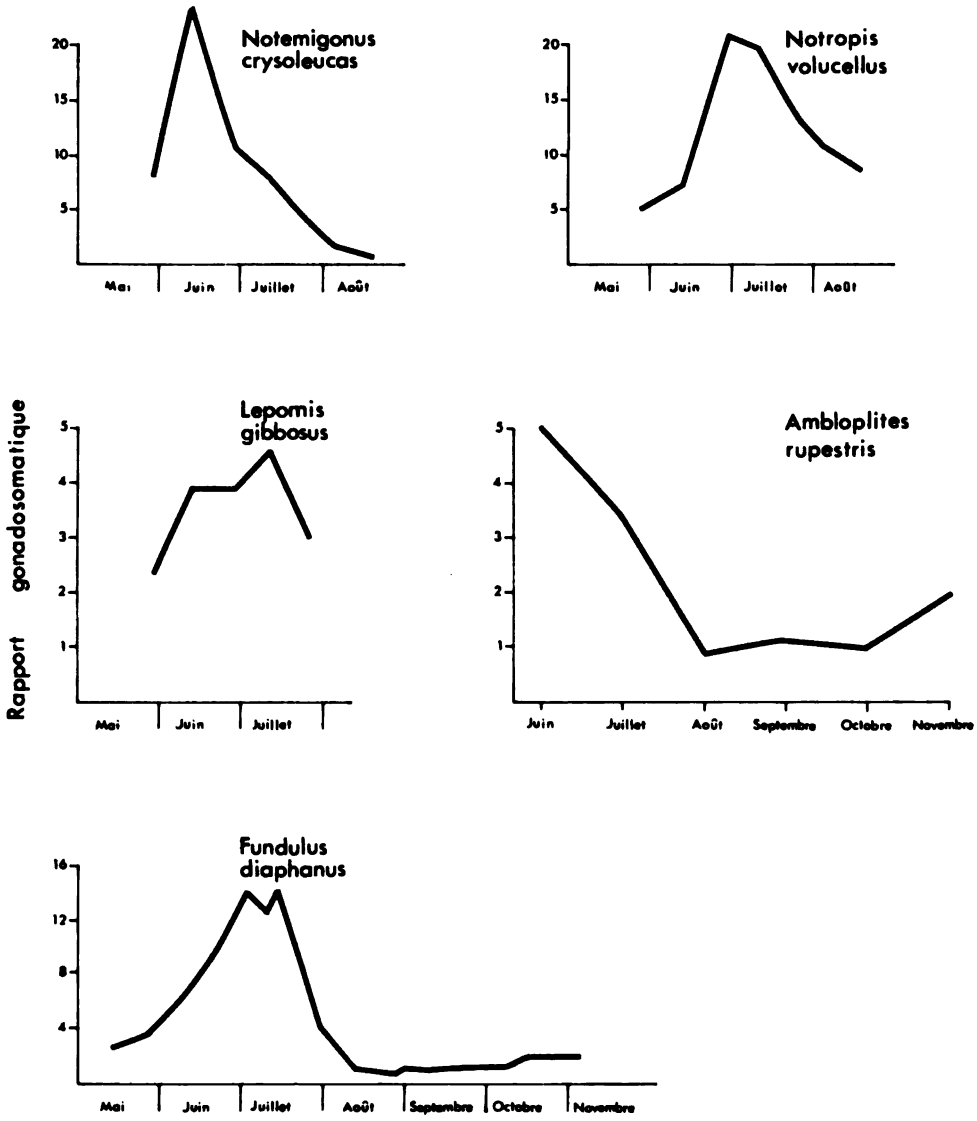


Figure 1. Variations saisonnières du rapport gonadosomatique des femelles de chattes de l'est, de ménés pâles, de crapets-soleil, de crapets de roche (Maynard, 1968), et de fondules barrés (Fournier et Magnin, 1975).

TABLEAU I

Coefficients de réplétion (c.r.) et nombre d'estomacs vides (e.v.) pour les diverses espèces de poissons capturées au cours de l'été. N, nombre de poissons analysés.

Date	*Notemigonus crysoleucas*			*Notropis volucellus*			*Lepomis gibbosus* < 80 mm			*Lepomis gibbosus* > 80 mm			*Fundulus diaphanus*			*Ambloplites rupestris*			*Etheostoma exile*			*Pimephales notatus*		
	N	e.v.	c.r.	N	e.v.	c.r.	N	e.v.	c.r.	N	e.v.	c.r.	N	e.v.	c.r.	N	e.v.	c.r.	N	e.v.	c.r.	N	e.v.	c.r.
17 mai													16	0	1,03									
29 mai	19	2	0,76	20	1	0,96				8	0	0,56	19	0	1,18				8	0	1,52	18	0	1,09
12 juin	80	16	0,73	27	2	1,13	21	5	0,45	28	5	0,35	4	0	1,13	26	11	0,66	11	4	0,90	9	3	1,35
28 juin	19	4	1,01	16	6	0,66	20	1	1,17	10	0	0,26	2	0	1,01	5	1	0,41	1	0	0,81			
10 juillet	66	3	1,12	62	5	0,99	14	0	0,85	19	4	0,15	12	3	0,60	8	1	1,28	10	1	0,81	5	1	0,80
25 juillet	18	2	0,85	17	3	0,56	16	0	0,61	3	0	0,35	9	0	0,54	4	0	0,75						
7 août	64	3	0,92	37	4	1,05							8	0	0,61				6	0	0,51			
17 août	18	0	1,21	9	1	1,00	17	0	0,97	13	2	0,53	19	0	1,27	5	0	0,67						
25 octobre	22	11	0,27																					
N. total	306			188			88			81			89			48			36			32		

TABLEAU II

Pourcentage des divers organismes végétaux et animaux présents dans le milieu et dans les contenus stomacaux des poissons.
N.c., Notemigonus crysoleucas; N.v., Notropis volucellus; L.g., Lepomis gibbosus; F.d., Fundulus diaphanus; A.r., Ambloplites rupestris; E.e., Etheostoma exile.

Proies	*P.n.*	*N.c.*	*N.v.*	*L.g.* <80mm	*L.g.* >80mm	*F.d.*	*A.r.*	*E.e.*	*Milieu*
Organismes végétaux									
Diatomées									
Fragilaria sp.	41	69	51						29
Diatoma sp.	29	6	7						
Stephanodiscus sp.	8		13						13
Diverses	7	3	4						5
Algues vertes									
Ulothrix sp.	10		2						•
Oedogonium sp.	4	7	20						•
Cladophora sp.		10	1						•
Diverses	1	5	2						15
Cyanophycées									35
Chrysophycées									3
Organismes animaux									
Mollusques									
Bulimidés		6		2	45	1	4	1	34
Valvatidés		3			11				1
Divers		1			3	3	2		18
Crustacés									
Amphipodes			3	5	14	3	55	32	30
Isopodes									5
Cladocères		76	68	17	3	24	8		•
Copépodes		2	1	4		20	1	9	•
Ostracodes		2		2		20			•
Larves d'insectes									
Chironomides		3	16	68	21	20	12	43	5
Autres Diptères		4	8	1	1	6		4	
Trichoptères			1	1	1	2	8	3	2
Éphéméroptères							6		1
Divers		1	1			1	3	1	1
Divers		2	2		1		1	7	2

• Non estimé

Le pourcentage des divers organismes animaux utilisés par les chattes de l'est est très variable au cours de la période étudiée (fig. 2). Il semble cependant que durant le mois de juillet, le régime alimentaire soit surtout composé de Cladocères (99%). En mai, juin, août et octobre, le régime est beaucoup plus diversifié; il comprend en plus des Copépodes (6% le 29 mai), des Ostracodes (14% le 7 août) et des Mollusques (46% le 17 août) (*Valvata* et *Amnicola*, principalement). Les organismes phytoplanctoniques utilisés comme nourriture par les chattes de l'est sont très variés en juin et juillet (fig. 3). Les *Fragilaria* représentent à eux seuls près de la moitié du nombre total (40 et 51%); le reste est constitué, en proportions variables, par d'autres Diatomées *(Diatoma)* (15 et 10%) ou par des algues vertes (*Oedogonium*, 20% en juillet; Ulothrix, 3% en

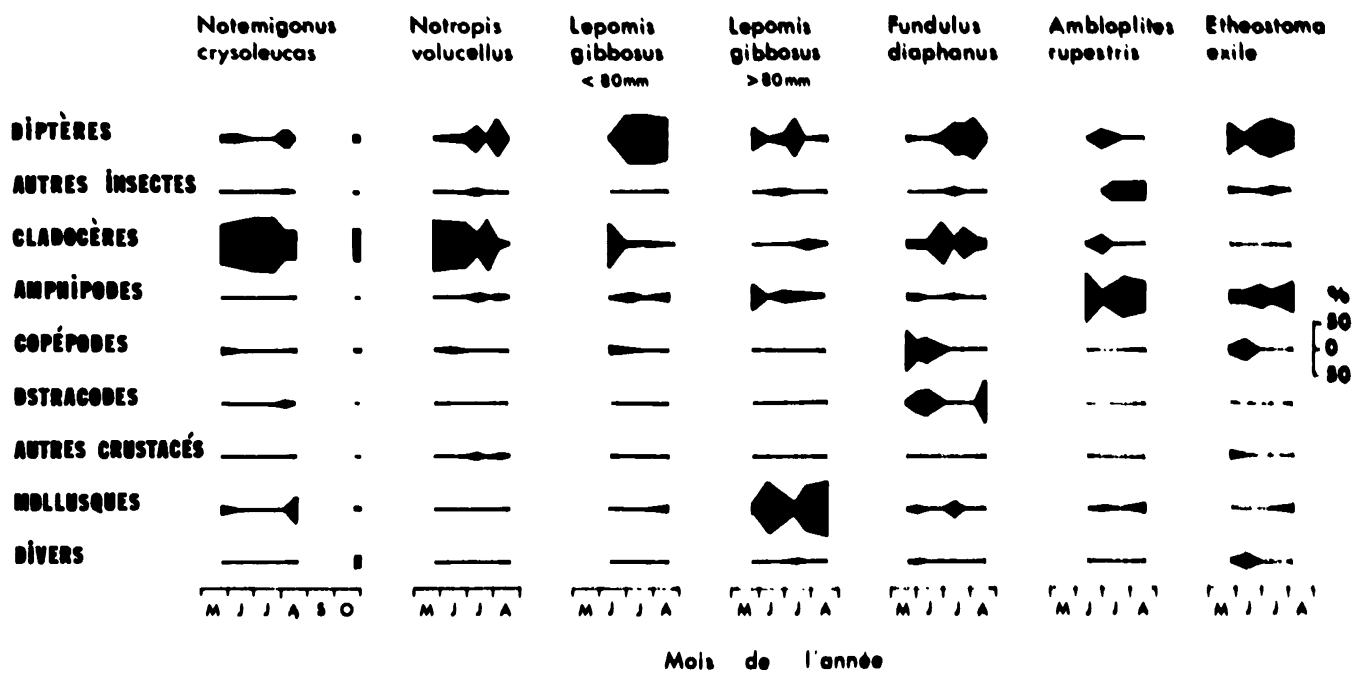


Figure 2. Variations saisonnières du pourcentage d'organismes animaux mangés par la chatte de l'est, le méné pâle, le crapet-soleil, le fondule barré, le crapet de roche et le dard à ventre jaune.

TABLEAU III

Nourriture de *Notemigonus crysoleucas* de la Grande Anse au cours de l'été 1972.

Dates	*N*	*Pourcentage de poissons ayant mangé*		*Nombre par poissons d'organismes*	
		des animaux	*du phytoplancton*	*animaux*	*phytoplanctoniques*
29 mai	17	100	0	32	0
12 juin	64	88	39	42	159 243
28 juin	15	100	0	604	0
10 juillet	63	97	19	653	9 017
25 juillet	16	100	38	266	136 337
7 août	61	93	43	14	513 391
17 août	18	100	28	21	224 880
25 octobre	11	64	100	2	480 921

N = nombre d'individus

TABLEAU IV

Nourriture de *Notropis volucellus* de la Grande Anse au cours de l'été 1972.

Dates	*N*	*Pourcentage de poissons ayant mangé*		*Nombre par poisson d'organismes*	
		des animaux	*du phytoplancton*	*animaux*	*phytoplanctoniques*
29 mai	19	84	53	21	13 200
12 juin	25	68	68	10	296 694
28 juin	10	100	0	10	0
10 juillet	57	79	86	6	219 663
25 juillet	14	100	14	40	330 174
7 août	33	85	64	6	247 366
17 août	8	0	100	0	71 309

N = nombre d'individus

let). En août, on ne trouve pratiquement que des *Fragilaria* (99%). En octobre, il n'y a que des *Fragilaria* (37%) et des *Cladophora* (62%).

RÉGIME ALIMENTAIRE DU MÉNÉ PÂLE, *NOTROPIS VOLUCELLUS*

Le méné pâle utilise beaucoup le phytoplancton et le zooplancton dans son alimentation (tableau II). Malgré de grandes fluctuations, le nombre d'organismes phytoplanctoniques semble augmenter au cours de l'été dans les contenus stomacaux (tableau IV). Les organismes animaux sont généralement peu nombreux, sauf à la fin du mois de juillet pendant une courte période de temps.

Parmi les proies animales (fig. 2), ce sont les Cladocères (68%) qui sont les plus utilisés. En juillet et août, les larves d'Insectes (29 et 38%) jouent un rôle important, surtout si on tient compte du fait qu'elles sont beaucoup plus grosses que les Cladocères. Elles sont surtout représentées par des Chironomides, et par d'autres Diptères. Les Amphipodes apparaissent en juillet (8% le 10 juillet), et sont relativement nombreux en août

(6% le 7 août). Les proies phytoplanctoniques (fig. 3) sont surtout représentées par des Diatomées et principalement par *Fragilaria*, nettement dominant durant tout l'été (51%). On retrouve également, en assez grand nombre, des *Stephanodiscus* au mois de mai (75%) et des *Diatoma* en juin (10%). Certaines algues vertes sont aussi abondantes, les *Ulothrix* en mai (11%) et les *Oedogonium* en juillet et août (32 et 28%).

RÉGIME ALIMENTAIRE DU CRAPET-SOLEIL, *LEPOMIS GIBBOSUS*

Les jeunes crapets-soleil dont la taille est inférieure à 80 mm se nourrissent principalement de Cladocères (75%) et de Copépodes (12%) en juin (fig. 2). En juillet et en août, ils utilisent presque exclusivement les larves de Chironomides (89 et 75%).

Les crapets-soleil dont la taille est supérieure à 80 mm (tableau II) utilisent principalement les Mollusques (45%), les larves de Chironomides (21%) et les Amphipodes (14%). Michaud (1968) a obtenu sensiblement les mêmes résultats que nous; il a cependant observé une plus forte proportion de larves de Trichoptères et d'Annélides.

RÉGIME ALIMENTAIRE DU FONDULE BARRÉ, *FUNDULUS DIAPHANUS*

La nourriture du fondule barré est très variée (fig. 2, tableau II); aux mois de mai et juin, il s'alimente surtout de Copépodes (31 et 22%), d'Ostracodes

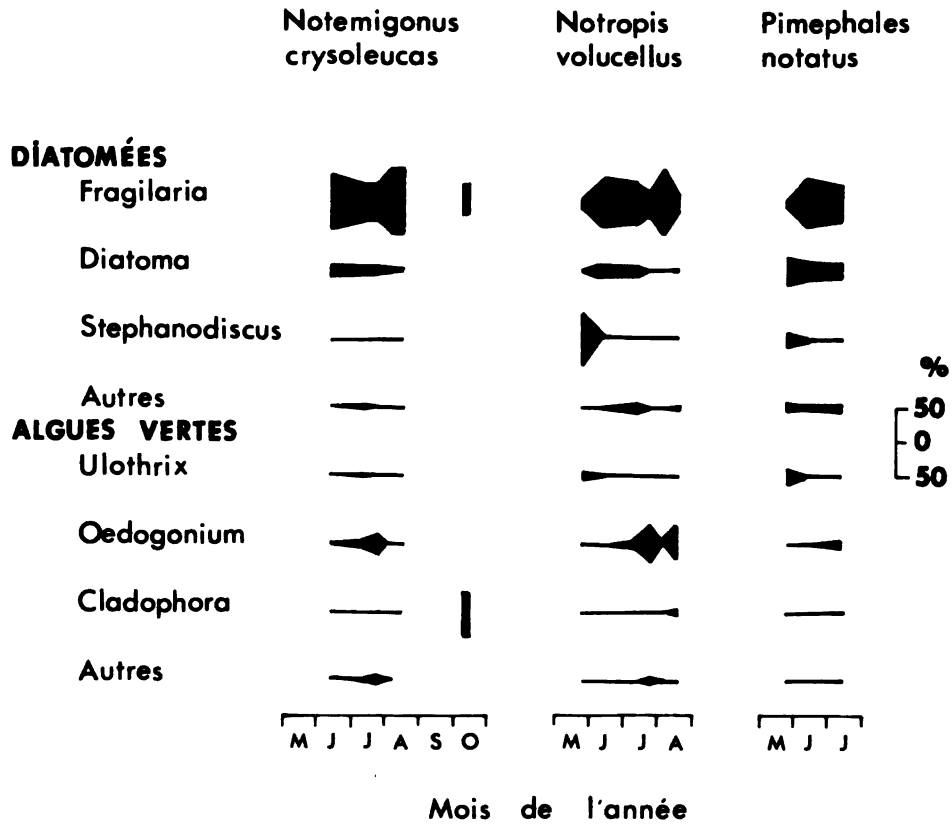


Figure 3. Variations saisonnières du pourcentage d'organismes phytoplanctoniques mangés par *la chatte de l'est, le méné pâle* et le ventre-pourri.

(39 et 23%) et de Cladocères (8 et 45%); en juillet, de larves d'Insectes (57%) (principalement de Chironomides) ainsi que de Cladocères (28%); le 17 août, ce sont les Ostracodes (76%) qui prédominent dans les contenus stomacaux, accompagnés d'un certain pourcentage de larves d'Insectes (10%) et de Cladocères (8%).

RÉGIME ALIMENTAIRE DU CRAPET DE ROCHE, *AMBLOPLITES RUPESTRIS*

Dans les contenus stomacaux des 35 crapets de roche de toutes tailles pêchés durant l'été 1972 (tableau II), ce sont les Amphipodes qui prédominent (55%), suivis des larves de Chironomides (12%), de Trichoptères (8%) et d'Éphéméroptères (6%). On trouve aussi des Cladocères (8%) et des Mollusques Gastéropodes (6%). Les résultats obtenus par Maynard (1968) montrent que les jeunes de l'année (14-50 mm) mangent uniquement des Crustacés (85%) et des larves d'Insectes (15%). Parmi les Crustacés, les Amphipodes sont les plus utilisés (48%); viennent ensuite les Cladocères (21%), les Copépodes (11%) et les Ostracodes (6%). Parmi les larves d'Insectes, Maynard (1968) a surtout noté des larves de Chironomides (7%) et d'Odonates (6%). Les crapets plus âgés (40-242 mm) se nourrissent surtout d'Amphipodes (72%) et de larves d'Insectes (20%, dont 13% de Trichoptères).

RÉGIME ALIMENTAIRE DU DARD À VENTRE JAUNE, *ETHEOSTOMA EXILE*

Le dard à ventre jaune (fig. 2 et tableau II) mange principalement des larves de Chironomides (43%), des Amphipodes (32%) et des Copépodes (9%).

RÉGIME ALIMENTAIRE DU VENTRE-POURRI, *PIMEPHALES NOTATUS*

Le ventre-pourri (fig. 3 et tableau II) utilise presque exclusivement du phytoplancton. Les Diatomées viennent au premier rang: *Fragilaria* (41%), *Diatoma* (29%), *Stephanodiscus* (8%); on retrouve aussi les algues vertes *Ulothrix* (10%) et *Oedogonium* (4%).

Discussion

VARIATIONS DU RÉGIME ALIMENTAIRE SUIVANT LES ESPÈCES

D'après les résultats que nous avons obtenus, nous voyons clairement que les diverses espèces de poissons étudiées n'utilisent pas de la même façon les ressources de la zone littorale. Nous avons rencontré des poissons se nourrissant principalement de plancton animal et végétal comme *N. crysoleucas* et *N. volucellus*, ou de plancton végétal seulement comme *P. notatus*. D'autres poissons mangeaient surtout des Amphipodes et des larves d'insectes, comme *A. rupestris* et *F. diaphanus*. D'autres utilisaient surtout des larves d'Insectes, tels les petits *L. gibbosus* ou surtout des Mollusques, tels les gros *L. gibbosus*. *E. exile*, enfin, avait un régime alimentaire très diversifié comprenant surtout des larves de Chironomides et des Copépodes. Il faut noter qu'aucune de ces espèces n'utilise de façon importante les insectes adultes qui se trouvent à la surface de l'eau.

RELATIONS AVEC LA NOURRITURE DISPONIBLE DANS LE MILIEU

La composition du régime alimentaire des poissons dépend également de la disponibilité dans le milieu des divers organismes; ceux-ci doivent être d'une part présents et d'autre part accessibles: des pics d'abondance ou des pics d'activité des organismes du milieu peuvent amener les poissons à modifier leur régime alimentaire au cours de l'été ou même au cours de la journée. Ce type de variations serait peut-être apparu plus clairement si l'identification des organismes avait été faite jusqu'à l'espè-

ce. Nous avons pu néanmoins faire quelques observations intéressantes.

Le tableau II présente la composition de la faune benthique d'après des échantillonnages effectués au cours des années 1968 à 1971 (Magnin, 1968, 1970). Durant l'été, les organismes les mieux représentés sont les Mollusques (53%) et parmi ceux-ci, les Bulimidés *Bythinia* et *Amnicola* prédominent; on retrouve aussi, en quantité non négligeable, des Physidés (6%) et des Planorbidés (9%). On note également la présence de Valvatidés (1%), de Lymnéidés (2%) et de Sphaeriidés (1%). On retrouve également beaucoup d'Amphipodes (30%) tout au cours de l'été. Les larves d'Insectes (9%) sont assez fréquentes; ce sont des Diptères principalement ainsi qu'un certain nombre de Trichoptères, Odonates et Éphéméroptères. Notons, enfin, la présence d'Oligochètes (2%), d'Hirudinées (1%) et d'Isopodes (5%).

Une seule espèce de poissons consomme une grande quantité de Mollusques: c'est le crapet-soleil de taille supérieure à 80 mm. Les chattes de l'est, les crapets de roche et les fondules barrés s'en nourrissent à quelques occasions. Les Bulimidés, très importants dans le milieu, sont aussi les plus utilisés par les poissons. Par contre, les Physidés, bien que relativement abondants dans le milieu, ne se retrouvent pas dans les contenus stomacaux, à l'inverse des Valvatidés peu abondants dans le milieu mais trouvés régulièrement dans les estomacs des grands crapets-soleil et des chattes de l'est.

Les Amphipodes sont largement utilisés par les crapets de roche et les dards à ventre jaune; ils se rencontrent également, en plus petite quantité dans les contenus stomacaux des crapets-soleil, des fondules barrés et des ménés pâles.

Les larves de Diptères sont utilisées par tous les poissons, à l'exception du ventre-pourri. Elles constituent la principale nourriture des jeunes crapets-soleil et des dards à ventre jaune. Ces derniers et les crapets de roche utilisent en quantité non négligeable les larves de Trichoptères.

Les Isopodes ne sont vraiment utilisés par aucun des poissons étudiés. Seules les perchaudes en utilisent une certaine quantité (Fortin et Magnin, 1972).

Le tableau II montre les relations qui existent entre les organismes phytoplanctoniques trouvés dans le milieu (Alaerts-Smeesters et Magnin, 1974) et dans les contenus stomacaux des trois poissons phytoplanctonophages *Notemigonus crysoleucas, Notropis volucellus* et *Pimephales notatus*. La comparaison de ces deux séries de données est difficile car les premières ont été faites en 1971 et les deuxièmes en 1972; d'autre part, en 1971, l'estimation du phytoplancton a été faite sans tenir compte des *Oedogonium, Cladophora* et *Ulothrix*, qui étaient cependant abondantes dans la région littorale. Il ressort néanmoins de ce tableau que les trois espèces de poissons utilisent beaucoup les Diatomées qui se trouvent dans le milieu. Par contre, les Cyanophycées et les Chrysophycées, bien représentées dans le milieu, ne semblent utilisées que très occasionnellement par ces poissons; il est possible cependant que ces algues soient plus rapidement digérées par les poissons.

COMPARAISON DE NOS RÉSULTATS AVEC CEUX OBTENUS PAR D'AUTRES AUTEURS

De nombreux auteurs ont décrit le régime alimentaire de *Notemigonus crysoleucas:* Pearse (1918) au Wisconsin, Rimsky-Korsakoff (1930) dans l'État de New-York, Hubbs et Cooper (1936) dans le Michigan, Carter (1949) dans l'Okla-

homa, Dobie *et al.* (1956) dans le Minnesota, Keast (1966, 1968), Keast et Webb (1966), Keast et Welsh (1968) en Ontario, Gascon et Leggett (1977) dans le lac Memphremagog au Québec. Tous s'accordent pour dire que les Chattes ont un régime alimentaire très varié, composé principalement d'algues (Diatomées et autres), d'animaux planctoniques (Cladocères, Copépodes, Rotifères, Protozoaires), de larves d'Insectes (surtout Diptères, mais aussi d'autres ordres) et d'Insectes adultes (Coléoptères, Hémiptères, Diptères). Certains auteurs ont noté de grandes différences individuelles dans la composition des contenus stomacaux, certains de ceux-ci étant constitués presque exclusivement de larves d'Insectes et surtout d'insectes adultes (Gascon et Leggett, 1977), et d'autres presque exclusivement de plancton (Dobie *et al.*, 1956). D'autres auteurs signalent des variations saisonnières dans la nourriture: phytoplancton abondant à la fin de l'été (Keast et Webb, 1966); larves d'Insectes et Diptères adultes, abondants l'été, ne se trouvant pas l'hiver (Keast, 1968); coefficient de réplétion variant entre 0,9 en février et 4,8 en juillet. Nos observations se rapprochent beaucoup de celles qu'ont faites Gascon et Leggett (1977) dans la partie sud du lac Memphremagog: Dans cette zone plus eutrophe, les chattes de l'est utilisent beaucoup plus les organismes benthiques que dans la partie nord du lac, qui est moins productive. Nous avions d'ailleurs observé précédemment (Magnin, 1970) que la Grande Anse de l'Île Perrot était dans un état d'eutrophisation avancée.

La nourriture de *Notropis volucellus* a été beaucoup moins étudiée. Greeley et Greene (1931) notent qu'en juin et juillet les ménés pâles de quelques rivières et lacs du bassin du Saint-Laurent en Ontario mangent du plancton animal dans une proportion de 80 à 85%, du plancton *végétal dans une proportion* de 5 à 60% et des larves d'Insectes dans une proportion de 15 à 100%. Black (1945) signale simplement que les algues constituent la nourriture principale des ménés pâles de l'Indiana, ceux-ci utilisant cependant aussi des Crustacés Entomostracés et des larves d'insectes. Gascon et Leggett (1977) ont trouvé des insectes adultes, des larves de Diptères, des Cladocères et des débris organiques dans les contenus stomacaux des ménés pâles du lac Memphremagog. Si on met à part les insectes adultes qui semblent peu utilisés, la nourriture des ménés pâles du lac Saint-Louis est très variée en organismes phytoplanctoniques, zooplanctoniques et benthiques.

Pour les crapets-soleil, nos résultats semblent assez différents de ceux obtenus par Keast et Welsch (1968) dans le lac Opinicon, en Ontario. Ceux-ci ont en effet noté les pourcentages suivants dans les contenus stomacaux: 70% de larves d'Insectes, 10% de Cladocères, 3% d'Amphipodes et 1% de Copépodes. Pour les gros crapets du lac Saint-Louis, nous avions observé 51 à 59% de Mollusques Gastéropodes, 23 à 29% de larves d'Insectes et 13% d'Amphipodes. Les résultats de Keast et Welsch (1968) se rapprocheraient plutôt de ceux que nous avons obtenus avec les crapets-soleil inférieurs à 80 mm. Ces auteurs signalent cependant des coefficients de réplétion beaucoup plus forts que ceux que nous avons observés au lac Saint-Louis.

Pour les *Fundulus diaphanus*, il y a une remarquable concordance entre nos résultats et ceux obtenus par Keast et Webb (1966): nous trouvons dans les contenus stomacaux des pourcentages sensiblement égaux de larves de Chironomides, d'Ostracodes, de Cladocères et de Copépodes. Rimsky-Korsakoff (1930) décrit aussi le même régime alimentaire pour les fondules barrés du bassin hydrographique du lac Cham-

plain. Keast (1968) pense que la nourriture d'hiver est différente de celle de l'été: les Pélécypodes ne sont utilisés que l'hiver. Keast et Welsh (1968) ont observé qu'en juin, les fondules barrés se nourrissent surtout l'après-midi de 13 h à 17 h 30. Notre conclusion rejoint celle de Gascon et Leggett (1977): les fondules barrés ont une nourriture très variée et ce sont les seuls qui utilisent en abondance les Ostracodes.

La nourriture des jeunes *Ambloplites rupestris* du lac Saint-Louis est surtout constituée d'Amphipodes, de Cladocères, de Copépodes et de larves de Diptères. Au lac Opinicon, en Ontario, Keast et Webb (1966) retrouvent sensiblement les mêmes éléments mais dans des proportions différentes; ce sont les larves de Chironomides et les Cladocères qui prédominent. Chez les individus plus gros, ils ont retrouvé surtout des nymphes d'Odonates, des larves d'Éphéméroptères et de Trichoptères ainsi que des alevins de poissons. Nos résultats sont différents: seulement les Amphipodes (72%) et les larves de Trichoptères (13%) jouent un rôle important. Par contre, dans les deux lacs, on voit que le régime alimentaire varie avec l'âge. Rimsky-Korsakoff (1930) n'avait retrouvé que des larves d'Insectes dans les estomacs de 30 spécimens récoltés au cours de l'été.

Nous n'avons trouvé qu'un seul auteur qui ait étudié la nourriture des *Etheostoma exile* (Keast, 1968). Cet auteur, d'autre part, n'a pas présenté de résultats quantitatifs pour la période estivale. Les proies les plus utilisées pendant l'été par les dards à ventre jaune de Fish Lake (Ontario) ressemblent cependant assez bien aux proies utilisées par ceux du lac Saint-Louis: Copépodes, Amphipodes, larves d'Insectes.

Les Pimephales notatus du lac Saint-Louis se nourrissent presque exclusivement de phytoplancton. C'est aussi ce qu'avait observé Moore (1932). Cependant, la plupart des auteurs qui ont étudié la nourriture de ce poisson (Pearse, 1918; Kraatz, 1928; Hubbs et Cooper, 1936; Keast et Webb, 1966; Gascon et Leggett, 1977) signalent qu'il se nourrit autant de petits organismes du fond que de ceux du plancton.

Conclusion

Cette étude apporte des compléments à nos recherches écologiques sur le lac Saint-Louis. Elle décrit tout d'abord le régime alimentaire de divers petits poissons qui ont été peu étudiés jusqu'à présent. Elle montre ensuite comment ces poissons utilisent les différentes ressources alimentaires du milieu: en effet, bien que les mêmes proies puissent être utilisées par plusieurs poissons avec des variations dans l'espace et dans le temps, il n'en reste pas moins que chacune des sept espèces étudiées a un régime alimentaire assez particulier.

Références

ALAERTS-SMEESTERS E. et E. MAGNIN, 1974. Étude préliminaire du phytoplancton du lac Saint-Louis, élargissement du fleuve Saint-Laurent, près de Montréal, Québec. — Can. J. Bot., 52: 489-501.

BLACK, J. D., 1945. Natural history of the northern mimic shiner. *Notropis volucellus*. Cope. — Invest. Indiana Lakes Streams, 2 (18): 449-469.

CARTER, R. G., 1949. The food of the golden shiner, *Notemigonus crysoleucas* (Mitchill). — M. Sc. thesis, Dep. Zool., Oklahoma Agric. Mechan College, 10 pages.

DOBIE, J., O. L. MECHEAN, S. F. SNIESZKO and G. N. WASHBURN, 1956. Raising bait fishes. — U.S. Fish and wild, serv., circ. 35, III, 124 p.

FORTIN, R. et E. MAGNIN, 1972. Quelques aspects qualitatifs et quantitatifs de la nourriture des perchaudes *Perca flavescens* (Mitchill) dans la Grande Anse de l'Île Perrot, au lac Saint-Louis. — Annls hydrobiol., 3 (2): 79-91.

FOURNIER, P. et E. MAGNIN, 1975. Reproduction du petit barré de l'est, *Fundulus diaphanus* (Le Sueur). — Naturaliste can., 102: 181-188.

GASCON, D. and W. C. LEGGETT, 1977. Distribution, abundance, and resource utilization of littoral zone fishes in response to a nutrient/production gradient in Lake Memphremagog. — J. Fish. Res. Bd Canada, 34: 1105-1117.

GREELEY, V. R. and G. W. GREENE, 1931. A biological survey of the St. Lawrence watershed. — Ann. rep. N.Y. State Conserv. Dep., 20 (suppl.): 44-95, (1930).

HUBBS, C. L. and G. P. COOPER, 1936. Minnows of Michigan. — Cranbrook Inst. Sci. Bull., 8: 1-95.

HYNES, H.B.N., 1950. The food of fresh-water sticklebaks *(Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius)*, with a review of methods used in studies of the food of fishes. — J. Anim. Ecol., 19 (1): 36-58.

KEAST, A., 1966. Trophic interrelationships in the fish fauna of a small stream. — Proc. 9th Conf. Great Lakes Res., Univ. Mich., p. 51-79.

KEAST, A., 1968. Feeding of some great lakes fishes at low temperatures. — J. Fish. Res. Bd Canada, 25 (6): 1199-1218.

KEAST, A. and D. WEBB, 1966. Mouth and body form relative, to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. — J. Fish. Res. Bd Canada, 23 (12): 1845-1874.

KEAST, A. and L. WELSH, 1968. Daily feeding periodicities, food uptake rates, and dietary changes with hour of day in some lake fishes. — J. Fish. Res. Bd Canada 25 (6): 1133-1144.

KRAATZ, W. C., 1928. Study of the food of the bluntnosed minnow, *Pimephales notatus*. — Ohio J. Sci., 28 (2): 86-98.

MAGNIN, E., 1968. Recherches sur la faune benthique du lac Saint-Louis — Annis ACFAS, 35: 94-95.

MAGNIN, E., 1970. Faune benthique littorale du lac Saint-Louis près de Montréal (Québec). I — Quelques données générales. — Annis hydrobiol., 1 (2): 181-195.

MAGNIN, E. et O. LECONTE, 1971. Cycle vital d'*Asellus communis* sensu Racovitza (1920) (Crustacea, Isopoda) du lac Saint-Louis, près de Montréal. — Can. J. Zool., 49: 647-655.

MAGNIN, E. et A. STANCZYKOWSKA, 1971. Quelques données sur la croissance, la biomasse et la production annuelle de trois Moliusques Unionidae de la région de Montréal. — Can. J. Zool., 49: 491-497.

MAYNARD, L., 1968. Croissance, nourriture et reproduction du crapet de roche, *Ambloplites rupestris* (Rafinesque), du lac Saint-Louis, près de Montréal, Québec. — Mémoire de maîtrise, Univ. Montréal, 83 p.

MICHAUD, L. D., 1968. Croissance en longueur, croissance en poids et nutrition des crapets-soleil *Lepomis gibbosus* (L.) de la rivière Yamaska, du lac Saint-Louis et du lac Wakefield, Québec. — Mémoire de maîtrise, Univ. Montréal, 62 p.

MOORE, E., 1932. Certain minnows showing adaptability to conditions in impounded waters. Trans. — Am. Fish. Soc., 62: 290-291.

PEARSE, A. S., 1918. The food of the shore fishes of certain Wisconsin lakes. — Bull. U.S. Bur. fish., 35: 249-292.

PINEL-ALLOUL, B. et E. MAGNIN, 1971. Cycle vital et croissance de *Bithynia tentaculata* L. (Mollusca, Gastropoda, Prosobranchia) du lac Saint-Louis, près de Montréal. — Can. J. Zool., 49: 759-766.

PINEL-ALLOUL, B. et E. MAGNIN, 1973. Observations sur le cycle vital et la croissance d'*Amnicola Limosa* (Say) du lac Saint-Louis, près de Montréal. — Can. J. Zool., 51: 311-313.

RIMSKY-KORSAKOFF, V. N., 1930. The food of certain fishes of the Lake Champlain watershed. — Ann. rep. N.Y. State conserv. Dep., 19 (suppl.) 88-104 (1929).

STANCZYKOWSKA, A., E. MAGNIN et A. DUMOUCHEL, 1971. Étude de trois populations de *Viviparus malleatus* (Reeve) (Gastropoda, Prosobranchia) de la région de Montréal. I. Croissance, fécondité, biomasse et production annuelle. — Can. J. Zool., 49: 1431-1441.

STANCZYKOWSKA, A., M. PLINSKI et E. MAGNIN, 1972. Étude de trois populations de *Viviparus malleatus* (Reeve) (Gastropoda, Prosobranchia) de la région de Montréal. II. Étude qualitative et quantitative de la nourriture. — Can. J. Zool., 50: 1617-1624.

STANCZYKOWSKA, A. et E. MAGNIN, 1973. Quelques données bio-écologiques sur trois espèces de Viviparidés (Gastropoda, Prosobranchia) de Pologne et du Canada. — Verh. int. Verein. Limnol., 18: 1586-1593.

WINDELL, J. T., 1968. Food analysis and rate of digestion. *In* Methods for assessment of fish production in fresh water. — W. E. Ricker Ed., p. 197-203.

Naturaliste can., 105: 103-113 (1978).

EFFETS PHYSIOLOGIQUES DE L'ATRAZINE À DOSES SUBLÉTALES SUR *LEMNA MINOR* L. III. INFLUENCE SUR LES PROTÉINES SOLUBLES ET LES ACIDES NUCLÉIQUES[1]

G. BEAUMONT[2], R. BASTIN[3] et H. P. THERRIEN

Département de phytologie, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, G1K 7P4

Résumé

Les concentrations sublétales d'atrazine de 0,05, 0,10, 0,25 et 1,0 ppm provoquent des augmentations du contenu en protéines solubles des *Lemna minor* L. cultivées aseptiquement sur milieu synthétique en chambre de croissance durant 10, 15 ou 20 jours. Par comparaison aux plantes témoins, une dose de 1,0 ppm d'atrazine fait augmenter de 100 et 300% la quantité de protéines solubles des plantes après respectivement 15 et 20 jours de croissance. La séparation électrophorétique des protéines solubles des *L. minor* âgées de 15 jours et traitées par 0,25 ppm d'atrazine semble montrer une diminution du nombre des protéines de faible mobilité par rapport aux fractions de migration rapide. Chez ces mêmes plantes âgées de 15 jours, l'atrazine semblerait réduire la quantité d'ADN et d'ARN-23S tout en accroissant légèrement celle des fractions d'ARN-25S, de 12-13S et de 4-5S.

Abstract

Sublethal concentrations of atrazine at 0,05, 0,10, 0,25 and 1,0 ppm increased the soluble protein content in *Lemna minor* grown aseptically in nutrient solutions during 10, 15 or 20 days in a growth chamber. When the plants were maintained in a solution of 1,0 ppm of atrazine during 15 and 20 days of incubation, the proteins increased to 100% and 300% respectively. At 0,25 ppm of atrazine, the electrophorectic separation of soluble proteins from 15 days-old plants showed a greater reduction in the number of protein found in the slow-mobility fraction than in the fast one. Also, a decrease is observed in the quantity of DNA and RNA (23S) accompanied with a slight increase in RNA (25S, 12-13S and 4-5S).

Introduction

Plusieurs études montrent avec évidence que des doses sublétales de s-triazines causent une augmentation de la teneur en protéines totales et en protéines solubles chez de nombreuses espèces (Ries *et al.*, 1963; Ries et Gast, 1965; Eastin et Davis, 1967; Fink et Fletchall, 1967; Ries *et al.*, 1967, 1968; McNeal *et al.*, 1969; Allinson et Peters, 1970; Vergara *et al.*, 1970; Wu *et al.*, 1972.

En général, les plantes résistantes et les plantes susceptibles répondent à l'herbicide par des accroissements de la teneur en protéines, mais seules les

[1] Partie d'une thèse de doctorat présentée par Gaston Beaumont à l'Université Laval.

[2] Laboratoire de Physiologie végétale, Département de biologie, Faculté des sciences, Université de Sherbrooke, Sherbrooke. J1K 2R1.

[3] *Département de biochimie*, Institut de recherches chimiques, Tervuren, Belgique.

plantes résistantes maintiennent ou augmentent leur taux de croissance après le traitement. Ainsi, Ries *et al.* (1968) constatent un fort accroissement de la quantité de protéines solubles dans le feuillage d'ivraie (*Lolium perenne* L.) dans les graines de pois et de haricot, et ils notent que le taux de croissance des plantes traitées est supérieur à celui des plantes témoins. Ces mêmes auteurs décèlent également une hausse de la teneur en protéines solubles dans les feuilles de luzerne et d'avoine quelques jours après l'application de doses sublétales de simazine, mais la croissance de ces espèces fut quelque peu ralentie.

Les plus fortes augmentations de la teneur en protéines sont obtenues en milieu contrôlé, et les expériences réalisées en serre ou au champ donnent des réponses généralement moins prononcées (Allinson et Peters, 1970). Récemment, Singh *et al.* (1972) ont obtenu, en milieu contrôlé, les plus fortes augmentations jamais observées de la teneur en protéines solubles dans les cotylédons de haricot, suite à l'application de s-triazines; ces augmentations ont atteint pour l'atrazine 55%, la simazine 54%, la terbutryne 10% et le GS14254 9%.

L'augmentation de la teneur en protéines dans les feuilles d'ivraie vivace, de fléole et d'alpiste roseau traités par les s-triazines s'accompagne d'une baisse des polysaccharides dont la cellulose (Allinson et Peters, 1970). Wu *et al.* (1972) ont noté une diminution de la quantité d'amidon et de sucres solubles dans les feuilles de pois et de maïs traitées par les s-triazines. Ces observations incitent plusieurs auteurs à attribuer aux s-triazines une fonction métabolique régularisant l'utilisation des hydrates de *carbone et permettant* la formation des *cides organiques nécessaires* à la synthèse des acides aminés et des protéines (Singh et Salunkhe, 1970).

Les photographies au microscope électronique de cotylédons d'haricot provenant de plantes traitées par les s-triazines révèlent de très nombreuses modifications du réticulum endoplasmique rugueux dont la formation à ses extrémités de vésicules riches en matières protéiques. Aussi, les cellules contiennent jusqu'à deux fois plus de réticulum endoplasmique au niveau de leur cisterne et également beaucoup plus de polyribosomes cytoplasmiques que les cellules correspondantes des plantes témoins (Singh *et al.*, 1972).

Il y a très peu d'information sur l'action possible de s-triazines au niveau des acides nucléiques. Une étude récente démontre toutefois que la cyanazine à fortes doses cause des aberrations chromosomiques dans les cellules méristématiques des racines de *Tradescantia* et de *Vicia faba*, au moment de la métaphase, de l'anaphase et de la télophase (Ahmed et Grant, 1972).

Nos recherches ont pour but de quantifier l'influence de l'atrazine sur la synthèse des protéines solubles d'une plante susceptible *Lemna minor* L. Nous tenterons d'apprécier le taux d'incorporation des acides aminés dans ces protéines. Enfin, nous observerons les modifications qualitatives des protéines et des acides nucléiques chez les *L. minor* traitées par des doses sublétales d'atrazine.

Matériel et méthodes

Les plantules de *Lemna minor* sont inoculées dans les erlenmeyers contenant cinquante millilitres de solution nutritive Hoagland modifiée, et les plantes sont placées dans les conditions de croissance décrites par Beaumont *et al.* (1976). Les *L. minor* âgées de dix quinze et vingt jours sont incubées du-

rant des périodes de cinq, dix, quinze ou vingt jours sur des milieux de culture en présence des doses sublétales d'atrazine suivantes: 0,0, 0,05, 0,10, 0,25 et 1,0 ppm. À la fin des durées d'incubation, les plantules sont récoltées, pesées et conservées à 0°C avant de procéder à l'extraction, au dosage ou à l'électrophorèse des protéines et des acides nucléiques.

EXTRACTION DES PROTÉINES SOLUBLES ET ÉLECTROPHORÈSE SUR GEL DE POLYACRYLAMIDE

Les protéines solubles sont extraites à partir de 200 mg de tissus frais (Staples et Stahman 1964), précipitées au TCA 3% (P/V), resolubilisées dans 2 ml de NaOH 0,5 N et dosées selon la méthode de Lowry *et al.* (1951). Avant de procéder à l'électrophorèse sur gel de polyacrylamide, une fraction des protéines solubles est mélangée à un volume égal d'une solution de sulfate dodécyl de sodium (Tris 300 mg, SDS 800 mg, glycérol 4 ml, B mercaptoéthanol 2 ml, 100°C durant deux minutes) (Weber et Osborn 1969).

L'électrophorèse des protéines est faite selon la méthode décrite par Davis (1964). Au moment de l'électrophorèse, la solution de protéines-SDS est mélangée à un volume égal de polymère linéaire d'acrylamide (acrylamide 6%) (P/V) et 150 μl de ce mélange est déposé sur la surface du gel. La migration des protéines est d'une durée de 90 minutes sous une tension constante de 3 mA par tube et à une température de 0-4°C (Power Supply Buchler Model 3 — 1014A). Après l'électrophorèse, les gels sont enlevés des tubes et ils sont colorés durant une heure par l'amidoschwarz 10B 1% (P/V) dissous dans l'acide acétique 7% (V/V). La décoloration des gels se fait par des lavages successifs à l'acide acétique 7% (V/V).

MARQUAGE DES PROTÉINES SOLUBLES PAR L'ASPARTATE ^{14}C ET DOSAGE DE LA RADIOACTIVITÉ

L'incorporation de l'aspartate ^{14}C (U) dans les protéines solubles est faite par le transfert des plantules sur vingt millilitres de solution nutritive contenant 1 μCi d'aspartate radioactif. L'incubation est d'une durée de douze heures par éclairement lumineux de 21 200 lux. Les plantules sont ensuite lavées à l'eau distillée, asséchées sur du papier absorbant puis pesées. Les protéines sont extraites selon la méthode de Staples et Stahman (1964). La solution aqueuse protéique est précipitée à trois reprises avec l'acide trichloroacétique 3% (P/V) afin d'éliminer la radioactivité adsorbée à la surface des protéines avant de les résolubiliser dans le tampon d'extraction. Le dosage de la radioactivité est fait en introduisant 0,2 ml de la solution aqueuse protéique dans les bouteilles à scintillation contenant 15 ml de liquide scintillant. Ce liquide est formé par 378 ml d'alcool éthylique, 600 ml de 2,5 diphényloxazone (PPO) 0,4% (P/V) de 1,4 bis-2 (5-phényloxazole) benzène (POPOP) 0,02% (P/V) dissous dans le toluène et 35 g de suspension Cab — 0 — Sil (Nuclear Chicago). La radioactivité contenue dans les protéines solubles est ensuite mesurée au scintillateur liquide Packard Tri-carb, puis elle est exprimée en C.P.M. par mg de protéines.

L'électrophorèse des protéines solubles radioactives est faite immédiatement après l'extraction des protéines en excluant le chauffage en présence de SDS (Sodium Dodécyl Sulfate). Une fois l'électrophorèse terminée, les gels sont coupés en quatre-vingt-quinze segments de un mm de longueur et chacune des fractions obtenues est digérée durant dix-huit heures à 65°C dans un mélange acide (0,1 ml HC1 0,1 M et 0,1 ml H_2O_2) puis le comptage de la radioactivité est fait au scintillateur.

EXTRACTION ET ÉLECTROPHORÈSE DES ACIDES NUCLÉIQUES

L'extraction des acides nucléiques est faite à partir d'une homogénéisation de 500 mg de tissus frais au micro-omni-mixer Sorvall et selon la méthode de Loening et Ingle (1967). La concentration d'acides nucléiques est mesurée par le maximum d'absorption à 257 nm et l'état de pureté de l'extrait est évalué par les rapports de densité optique 260 nm/230 nm. Une purification convenable donne des rapports supérieurs à 2,0.

L'électrophorèse des acides nucléiques est faite selon la méthode de Davis (1964) modifiée par Loening (1967) sur gel de 2,5% d'acrylamide. Après une pré-électrophorèse d'une durée d'une heure à la température de la pièce, la solution d'acides nucléiques est ensuite déposée à la surface du gel, et une tension constante de 4 mA par tube est

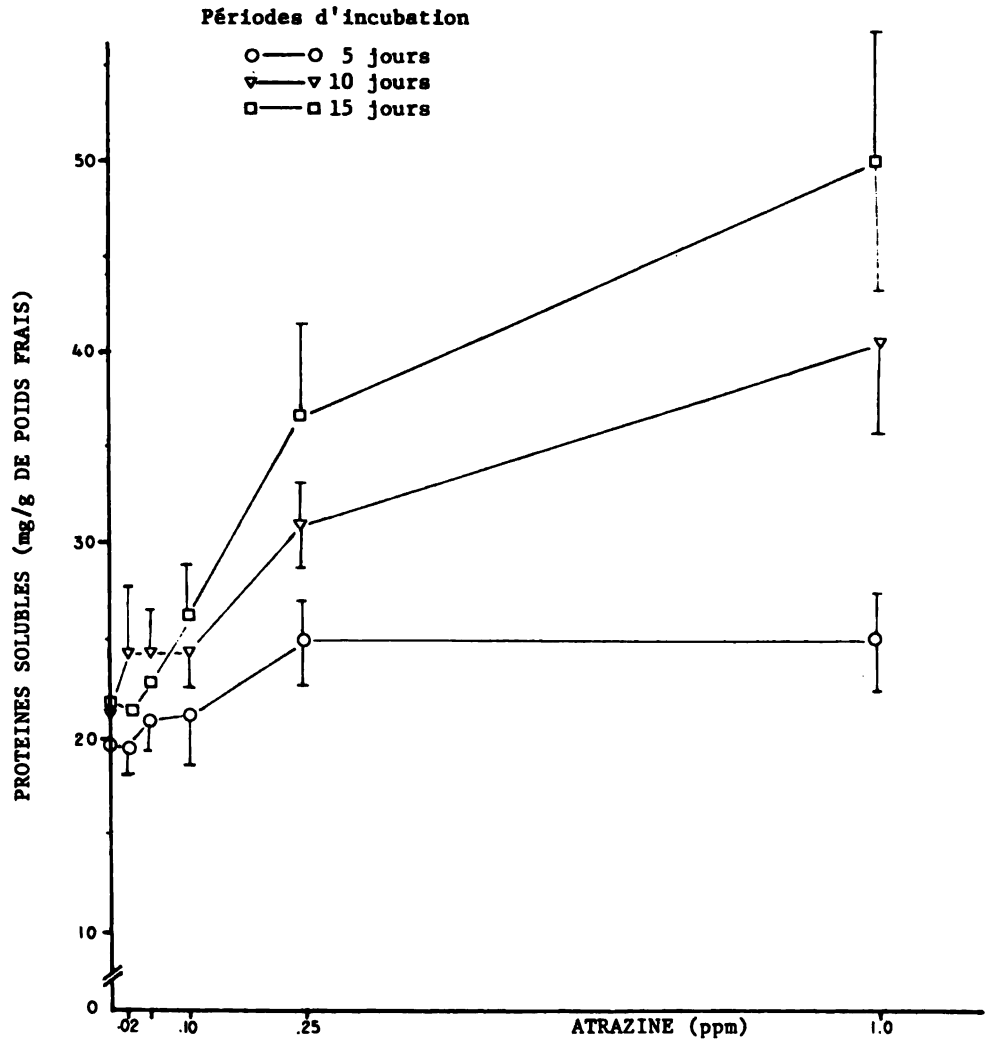


Figure 1. Influence de la concentration en atrazine du milieu de culture et de la durée de la période d'incubation sur la teneur en protéines solubles des plantules de *L. minor* âgées de quinze *jours. Analyse* de la variance: Atrazine: $P < 0,01$, Périodes d'incubation; $P < 0,01$, Atr. X Périodes *d'inc.: n.s. Moyenne et erreur de la* moyenne de 16 données.

appliquée. L'électrophorèse dure 70 minutes à la température de 0-4°C, et la pyronine B est utilisée comme indicatrice du front de migration. Après la migration, les gels sont enlevés des tubes et colorés durant une heure par l'amidoschwarz 10B 1% (P/V). Ils sont ensuite décolorés par des lavages successifs à l'eau distillée.

Les résultats ont subi l'épreuve statistique de l'analyse de la variance, ils sont illustrés dans les figures par les moyennes et l'erreur de la moyenne.

Résultats et discussion

INFLUENCE SUR LA TENEUR EN PROTÉINES SOLUBLES DE *L. MINOR*

L'application de l'atrazine aux doses sublétales provoque une forte augmentation de la teneur en protéines solubles chez *L. minor* âgées de quinze jours (fig. 1) et de vingt jours (fig. 2). Les taux

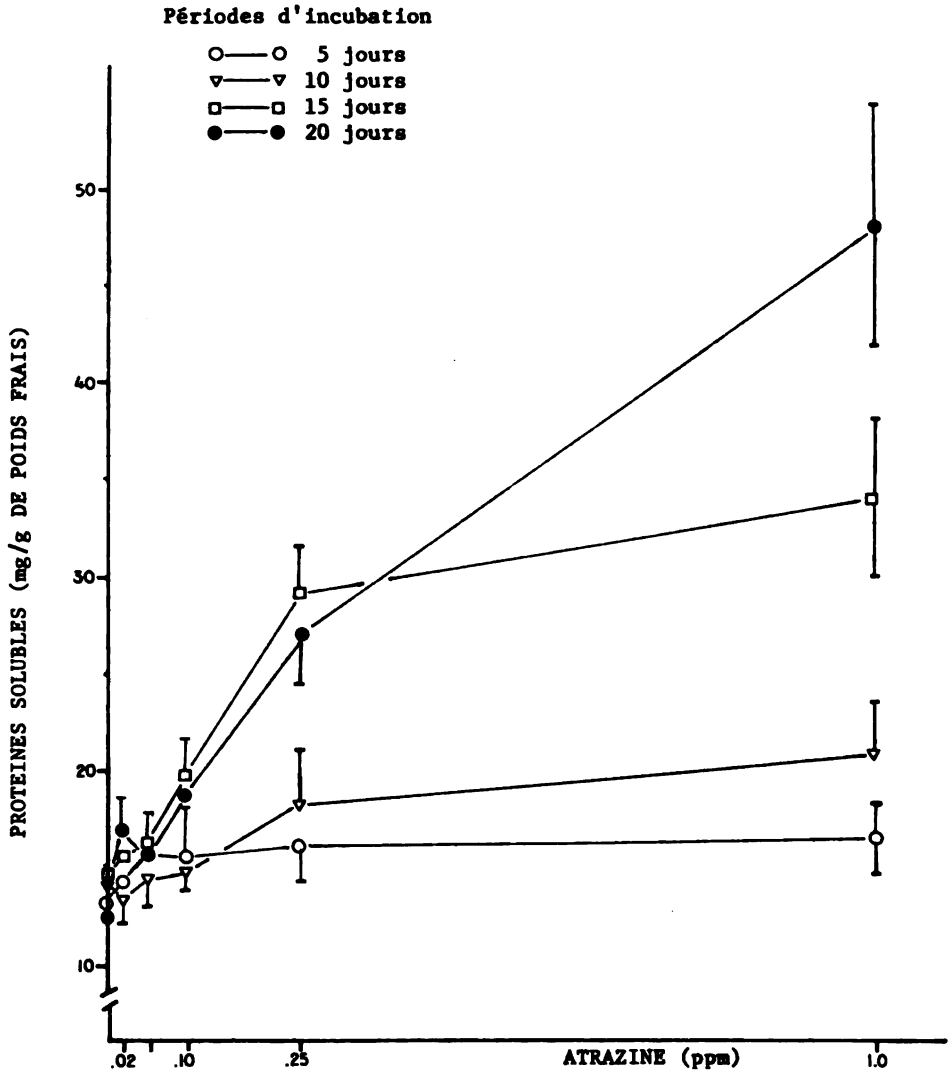


Figure 2. Influence de la concentration en atrazine du milieu de culture et de la durée de la période d'incubation sur la teneur en protéines solubles des plantules de *L. minor* âgées de vingt jours. Analyse de la variance: Atrazine: $P < 0{,}01$, Périodes d'incubation: $P < 0{,}05$, Atr. × Périodes d'inc.: $P < 0{,}05$. Moyenne et erreur de la moyenne de 16 données.

d'accroissement des teneurs en protéines solubles des plantules que l'on a incubées pendant des périodes de dix, quinze ou vingt jours sur des milieux de culture contenant 0,10, 0,25 ou 1,0 ppm atteignent des niveaux de 100 à 300% supérieures à celui des plantes témoins. Ces résultats soulignent l'effet progressif de l'atrazine sur l'accumulation des protéines solubles et correspondent à des augmentations plus grandes que celles observées par Singh *et al.* (1972), Ries *et al.* (1968) et Allinson et Peters (1970) chez des plantes tolérantes ou susceptibles aux s-triazines.

Par ailleurs, l'accroissement de la teneur en protéines solubles provoqué par les différentes concentrations d'atrazine est réduit après cinq jours d'incubation et plus particulièrement chez les *L. minor* âgées de vingt jours. Chez les plantules âgées de dix jours, les doses sublétales n'ont pas d'influence significative sur leur teneur en protéines solubles. Ces divergences de réponse s'expliquent par la teneur initiale en protéines déjà très élevée de ces jeunes plantules de même que par une courte durée de traitement. De plus, les plantes témoins manifestent une baisse graduelle de leur teneur en protéines solubles au cours de la croissance et selon Trewavas (1972b), cette baisse résulterait d'un arrêt de la synthèse ajoutée d'une augmentation du taux de dégradation.

L'influence très significative des durées de traitement sur l'accroissement de la teneur en protéines solubles des plantes traitées met en évidence la grande susceptibilité de *L. minor* à l'herbicide, et suggère que l'atrazine doit agir de façon continuelle sur la synthèse des protéines. Chez les espèces résistantes ou tolérantes, la métabolisation plus ou moins rapide des s-triazines cause une perte de leur efficacité sur la synthèse des protéines, et seules des applications successives peuvent permettre un effet cumulatif (Ries *et al.*, 1968; Wu *et al.*, 1972). De même, les doses requises à l'augmentation de la teneur en protéines solubles de *L. minor* sont plus faibles que celles nécessitées par les espèces résistantes ou tolérantes aux s-triazines (Wu *et al.*, 1972).

Les plantules âgées de quinze jours et traitées par 1,00 ppm d'atrazine doublent leur teneur en protéines après quinze jours de croissance. De ce fait, l'atrazine doit modifier considérablement le métabolisme des protéines puisque selon Trewanas (1972a) le «turnover» normal des protéines de *L. minor* est d'environ sept jours. Donc, l'atrazine peut intervenir soit sur la synthèse, soit sur la dégradation des protéines ou, simultanément, sur les deux voies métaboliques. En outre, la perméabilité cellulaire étant intimement liée au renouvellement «turnover» des protéines, l'absorption des ions des plantes traitées doit vraisemblablement être modifiée (MacDonald *et al.*, 1966).

INFLUENCE SUR L'INCORPORATION DE L'ASPARTATE ^{14}C DANS LES PROTÉINES SOLUBLES DES PLANTULES DE *L. MINOR* ÂGÉES DE QUINZE JOURS

Les mesures de radioactivité retrouvée dans les protéines solubles des plantules incubées sur des milieux de culture contenant 0,02 et 0,05 ppm d'atrazine sont inférieures à celles des plantes témoins (fig. 3). D'autre part, les doses de 0,10 et 0,25 ppm d'herbicide semblent favoriser l'incorporation de l'aspartate ^{14}C dans les protéines solubles tandis que le taux d'incorporation décroît légèrement dans les plantules traitées par 1,0 ppm d'atrazine. Le taux maximum d'incorporation du carbone-14 dans les protéines solubles des plantes traitées avec 0,25 ppm reflète vraisemblablement une accélération du «turnover» des protéines. Ce renouvel-

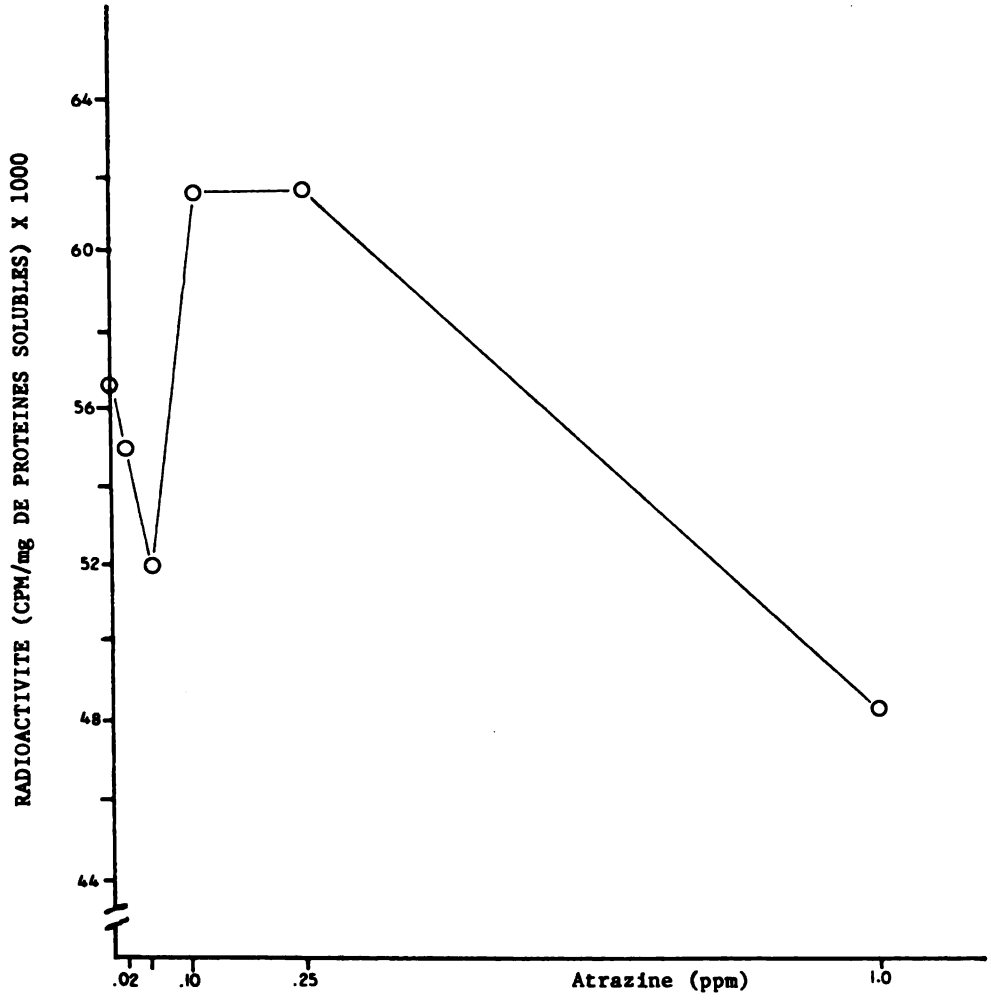


Figure 3. Influence de la concentration en atrazine du milieu de culture sur l'incorporation du carbone-14 de l'aspartate marqué dans les protéines solubles de *L. minor* âgées de quinze jours. Analyse de la variance: Atrazine: $P < 0,05$. Moyenne de 2 données.

lement pouvant être facilité soit par une forte synthèse, soit par une dégradation rapide. Chez les plantes traitées par 1,0 ppm d'atrazine, le ralentissement de leurs taux d'incorporation pourrait résulter d'un arrêt de la dégradation et d'un freinage de la synthèse protéique. Cette hypothèse pourrait être soutenue par deux facteurs défavorables à la synthèse, d'une part, l'accroissement des acides aminés dans les plantules traitées (Singh et Salunkhe, 1970) et d'autre part, le rôle joué par le pool des acides aminés sur leur propre taux d'incorporation dans les protéines (Harper et Paulsen, 1969; Paulsen et Harper, 1968).

Les atomes de ^{14}C retrouvés dans les protéines solubles sont incorporés vraisemblablement à plusieurs acides aminés étant donné que dans la cellule l'aspartate est un précurseur de la thréonine, de la méthionine et de la leucine (Meister 1965). En conséquence, le marquage des protéines solubles de *L. minor* par un acide aminé comme l'aspartate ne permet pas d'identifier les acides aminés préférablement marqués

sous l'influence des doses sublétales d'atrazine.

ÉLECTROPHORÈSE DES PROTÉINES SOLUBLES DES PLANTES TRAITÉES À L'ATRAZINE

Les protéines solubles des *L. minor* âgées de quinze jours et traitées par différentes doses d'atrazine se séparent par électrophorèse en dix-huit fractions dont neuf bandes principales et prédominantes et neuf autres fractions de moindre importance (fig. 4a). Une dose de 0,10 ppm d'atrazine ajoute les fractions secondaires 3a et 6a aux protéines solubles et élimine les fractions 3b et 3c (fig. 4b). Chez les plantes traitées par 0,25 ppm, les fractions secondaires 3a, 3b, 3d, 3e, 5a et 6a ne se retrouvent pas sur les gels après l'électrophorèse et seule la fraction 7a est nouvellement formée (fig. 4c) L'électrohistogramme des protéines solubles des plantes traitées par 1,0 ppm d'atrazine (fig. 4d) montre la disparition de la fraction 4 en plus des fractions secondaires 3b, 3c et 5a et révèle la formation de deux nouvelles fractions 6a et 7a. Ces résultats mettent en évidence de nombreux changements qualitatifs, notamment plusieurs protéines seraient remplacées par d'autres types moléculaires. En fait, les doses sublétales d'atrazine semblent réduire le nombre des protéines de poids moléculaires élevés et augmenter celui des protéines de faibles poids moléculaires.

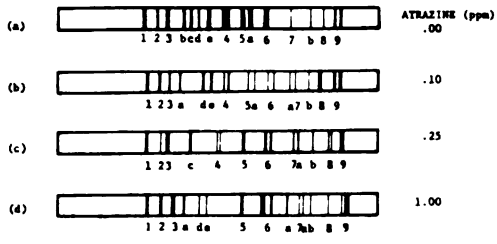


Figure 4. Électrohistogrammes des protéines solubles des plantules de *Lemna minor* âgées de quinze jours et traitées par différentes concentrations d'atrazine.

L'électrophorèse des protéines solubles radioactives (fig. 5) révèle que les taux d'incorporation du carbone-14 dans les diverses fractions de protéines solubles des plantes traitées et non traitées diffèrent quelque peu. D'une part, les protéines solubles des plantes témoins qui migrent au niveau des fractions trois à huit du gel de polyacrylamide contiennent beaucoup plus de carbone-14 que celles des plantes traitées par 0.25 ppm d'atrazine. D'autre part, la radioactivité mesurée dans les fractions protéiques vingt-deux à trente et soixante-cinq à quatre-vingt dix des plantes soumises à l'action de l'herbicide est beaucoup plus grande que celle retrouvée dans les fractions protéiques correspondantes des plantes non traitées. Ces résultats semblent confirmer les changements qualitatifs déjà observés mais ne précisent pas s'il s'agit véritablement de nouvelles protéines synthétisées ou plus simplement de modifications dans la structure tertiaire et quaternaire de protéines déjà présentes.

ÉLECTROPHORÈSE DES ACIDES NUCLÉIQUES DES PLANTES TRAITÉES À L'ATRAZINE

Les acides nucléiques des *L. minor* âgées de quinze jours et traitées par des doses de 0,00, 0,10 et 0,25 ppm d'atrazine sont séparés par électrophorèse sur gel de polyacrylamide en six fractions (fig. 6). Chez les plantes témoins, la coloration des différentes fractions d'acides nucléiques montre une prédominance de l'ADN, l'ARN 18S et l'ARN 16S sur les unités de l'ARN 25S, ARN 12-13S et ARN 4-5S. Par contre, l'électrophorèse d'une quantité équivalente d'acides nucléiques provenant des plantules traitées par 0,25 ppm d'atrazine indique de plus faibles proportions des fractions d'ADN et d'ARN 23S que celles retrouvées chez les plantes témoins. De plus, les nucléotides du type ARN 25S, ARN 12-13S et ARN 4-5S des

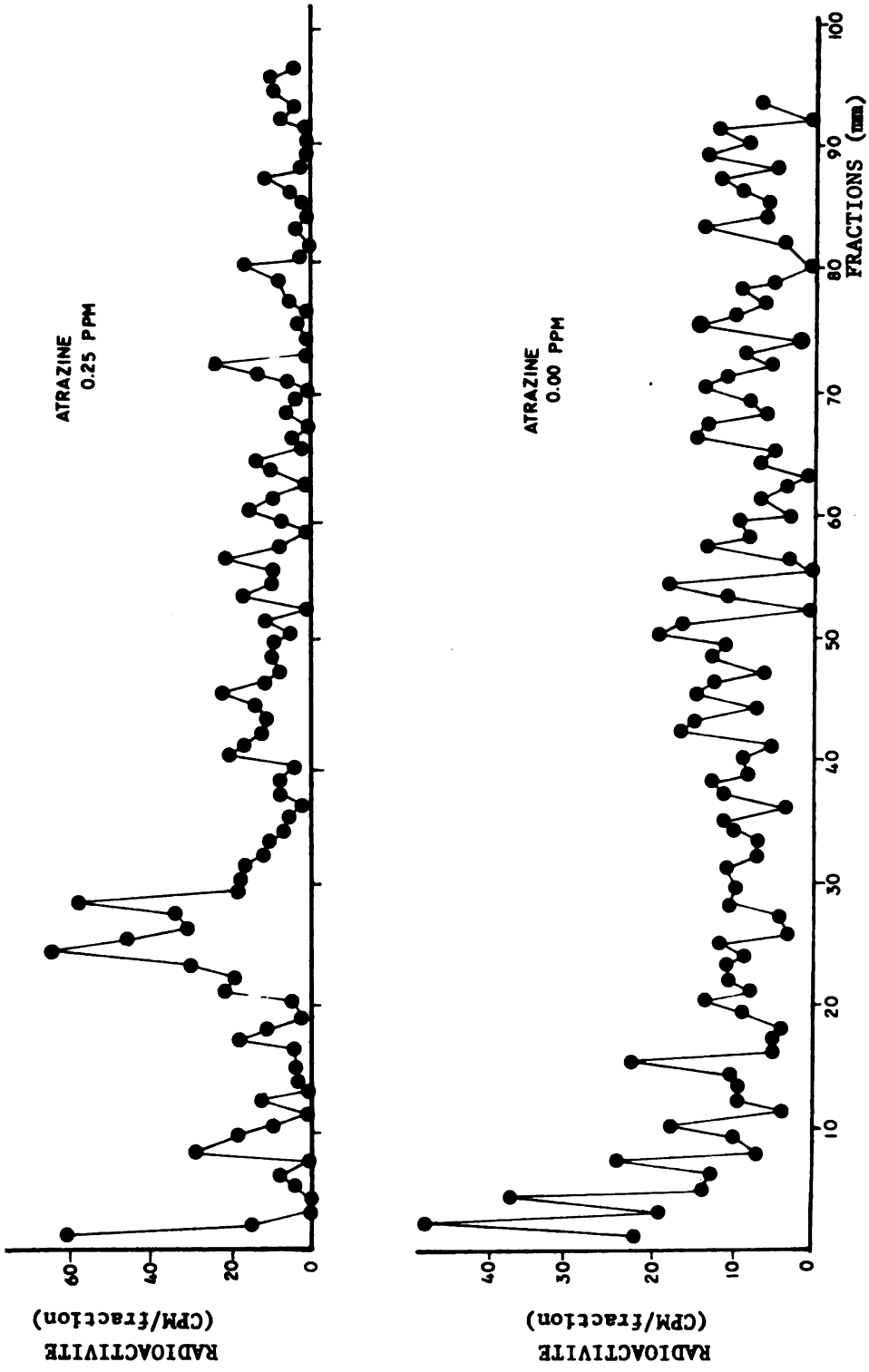


Figure 5. Radioactivité des différentes fractions du gel de polyacylamide après l'électrophorèse des protéines solubles marquées au carbone-14 des plantules de *L. minor* âgées de quinze jours et traitées par l'atrazine.

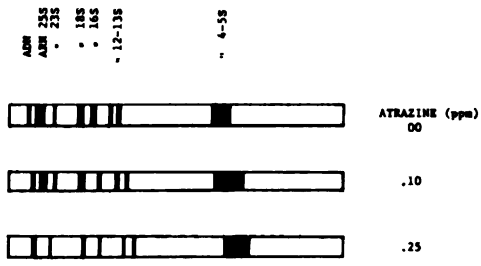


Figure 6. Électrohistogrammes des acides nucléiques des plantules de *Lemna minor* âgées de quinze jours et traitées par différentes concentrations d'atrazine.

plantules traitées augmentent faiblement. Il semble toutefois que l'herbicide n'aurait pas d'effet particulier sur les fractions d'ARN 18S et 16S.

Compte tenu de ces observations qualitatives, les faibles doses d'atrazine semblent agir directement ou indirectement sur les voies de biosynthèse des acides nucléiques puisqu'elles seraient sans effet sur l'activité de la ribonucléase (Wu *et al.*, 1972). L'augmentation de la quantité d'ARN cytoplasmique (25S) serait compatible avec une synthèse accrue des protéines solubles tandis qu'une baisse d'ARN chloroplastique (23S) pourrait résulter d'un changement dans l'activité des chloroplastes. L'effet de l'atrazine à doses sublétales semble se limiter à des changements qualitatifs des acides nucléiques tandis qu'à doses létales, la chromatine subit une baisse appréciable de son hypochromicité (Penner & Early 1972).

Conclusions

Chez les plantes traitées aux doses sublétales d'atrazine, il y a de fortes augmentations du contenu en protéines solubles de même que des modifications importantes dans la structure des protéines formées. En fait, l'action de l'atrazine semble se manifester à plus d'un niveau et ce aussi bien dans les voies de biosynthèse que celles de la *dégradation des protéines* étant donnée la diversité des changements observés chez plusieurs composés azotés (chlorophylle, acides aminés, etc.). Les modifications des protéines des plantes traitées pourraient résulter d'une interférence de l'atrazine sur les acides nucléiques.

L'action de l'atrazine sur les protéines solubles de même que sur les acides nucléiques semble induire des perturbations dans les fonctions ou dans l'activité des organites cellulaires comme la photosynthèse par les chloroplastes et la respiration par les mitochondries. Ces diverses observations nous incitent à poursuivre l'étude de l'effet des doses sublétales d'atrazine sur l'activité de certaines enzymes importantes dans le métabolisme de l'azote ou de certains organites de même qu'à préciser les variations quantitatives des acides nucléiques.

Références

AHMED, M. and W. F. GRANT, 1972. Cytological effects of the pesticides phosdrin and bladex on *Tradescantia* and *Vicia faba*. — Can. J. Gen. Cytol., 14(1): 157-165.

ALLINSON, D. W. and R. A. PETERS, 1970. Influence of simazine on crude protein and cellulose content and yield of forage grasses. — Agron. J., 62: 246-250.

BEAUMONT, G., R. BASTIN et H. P. THERRIEN, 1976. Effects physiologiques de l'atrazine à doses sublétales sur *Lemna minor* L. I. Influence sur la croissance, la teneur en chlorophylle, en protéines et en azote soluble et total. — Naturaliste can. 103: 527-533.

DAVIS, B. J., 1964. Disc electrophoresis II. Method and application to human serum proteins. — Ann. N.Y. Acad. Sci. 121: 404-427.

EASTIN, E. F., and D. E. DAVIS, 1967. Effects of atrazine and hydroxyatrazine on nitrogen metabolism of selected species. — Weeds, 15: 306-309.

FINK, R. J., and O. H. FLETCHALL, 1967. The influence of atrazine and simazine on forage yield and nitrogen components of corn. — Weeds, 15: 272-274.

HARPER, J. E., and G. M. PAULSEN, 1969. Nitrogen assimilation and protein synthesis in wheat seedling as affected by mineral nutrition. I. Macronutrients. — Pl. Physiol., 44(1): 69-74.

LOENING, U. E., 1967. The fractionation of high-molecular-weight ribonucleic acid by polyacrylamide gel-electrophoresis. — Biochem. J., 102: 251-257.

LOENING, U. E., and J. INGLE, 1967. Diversity of RNA components in green plant tissues. — Nature, 215: 363-367.

LOWRY, O. H., N. J. ROSEBROUGH, A. L. FARR and R. J. RANDALL, 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. — J. Biol. Chem., 193: 265-275.

MEISTER, A., 1965. Biochemistry of the amino acids. Vol. 2, 2nd Ed. — Acad. Press, N.Y., 1084 + 113 p.

MACDONALD, I. R., J. S. D. BACON, D. VAUGHAM, and R. J. ELLIS, 1968. The relation between ion absorption and protein synthesis in beet discs. — J. exp. Bot., 17: 822-837.

McNEAL, F. H., J. M. HODGSON, and M. A. BERG, 1969. Effects of dilute sprays of simazine on spring wheat. — Can. J. Pl. Sci., 49(2): 155-158.

PAULSEN, G. M. and J. E. HARPER, 1968. Evidence for a role of calcium in nitrate assimilated in wheat seedlings. — Pl. Physiol., 43(5): 775-780.

PENNER, D., and R. W. EARLY, 1972. Effect of atrazine on chromatin activity in corn and soybean. — Weed Sci. 20(4): 367-370.

RIES, S. K., R. P. LARSEN, and A. L. KENWORTHY, 1963. The apparent influence of simazine on nitrogen nutrition of peach and apple trees. — Weeds, 11: 270-273.

RIES, S. K., and A. GAST, 1965. The effect of simazine on nitrogenous components of corn. — Weeds, 13: 272-274.

RIES, S. K., H. CHMIEL, P. R. DILLEY and P. FILNER, 1967. The increase in nitrate reductase activity and protein content of plants treated with simazine. — Proc. natn. Acad. Sci. U.S.A. 58: 526-532.

RIES, S. K., C. J. SCHWEIZER, and H. CHMIEL, 1968. The increase in protein content and yield of simazine-treated crops in Michigan and Costa Rica. — Biosci. 18: 205-208.

SINGH, B., and D. K. SALUNKHE, 1970. Some metabolic responses of bush bean plants to a subherbicidal concentration of certain s-triazine compounds. — Can. J. Bot., 48: 2213-2217.

SINGH, B., D. K. SALUNKHE, and S. H. LIPTON, 1972. Growth and chemical responses of bean plants to sublethal concentrations of s-triazine compounds. — J. hort. Sci., 47(4): 441-448.

STAPLES, R. C., and M. A. STAHMAN, 1964. Changes in proteins and several enzymes in susceptible bean leaves after infection by bean rust fungus. — Phytopath., 54: 760-764.

TREWAVAS, A., 1972a. Determination of the rate of protein synthesis and degradation in *Lemna minor*. — Pl. Physiol., 49(1): 40-46.

TREWAVAS, A., 1972b. Control of the protein turnover rates in *Lemna minor*. — Pl. Physiol., 49(1): 47-51.

VERGARA, B. S., M. MILLER, and E. AVELINO, 1970. Effect of simazine on protein content of rice grain (*Oryza sativa* L.). — Agron. J., 62: 269-272.

WEBER, K., and M. OSBORN, 1969. The reliability of molecular weight determination by dodecyl sulfate poly-acrylamide gel electrophoresis. — J. biol. Chem., 244: 4408-4412.

WU, M. T., B. SINGH, and D. K. SALUNKHE, 1972. Influence of foliar application of s-triazine compounds on dry weight, chemical composition and enzymatic activity of pea and sweet corn seedlings. — J. exp. Bot., 23(76): 793-800.

› can., 105: 115-116 (1978).

COMMUNICATIONS BRÈVES

DIAPENSIA LAPPONICA L. VAR. *LAPPONICA* ›ANS LE MASSIF DE SAINT-URBAIN, CHARLEVOIX-OUEST, QUÉBEC

Miroslav M. GRANDTNER

Département d'écologie et pédologie
Faculté de foresterie et géodésie, Université Laval, Québec

massif montagneux de Saint- a été prospecté par plusieurs ;tes. Deux d'entre eux seulement ›endant publié leurs observations: s Rousseau (1931) et James ak (1947). Le premier qualifie la ion des deux sommets qu'il a mont du Lac des Cygnes[1] et ıgne des Îlets» qu'il situe au nord «à» Prime, de «nettement alpine arctique» (Rousseau, 1931: 26).

ıois de juin de l'année dernière ›specté le «sommet Nord» du u Lac à Moïse, le mont du Lac gnes et les sommets des mon- situées au sud du lac à l'Ecluse est du lac à la Main. À cette ›n j'ai récolté, sur les deux pre- montagnes, *Diapensia lapponica* 'apponica*, non signalé par Rous- 931) et Kucyniak (1947) et appa- ıt jamais récolté auparavant ɜ massif, si l'on en juge par la ɜ Rousseau (1947: 735) et par le ı des principaux herbiers de l'est ada (CAN, DAO, MT, QFA, QUE, _F)[2].

L'exemplaire 1/6 de mes récoltes sera déposé dans l'Herbier du Laboratoire d'écologie forestière de l'Université Laval à Québec, que je propose de désigner par le sigle QEF, et les cinq autres dans les herbiers CAN, MT, QFA, QUE, SFS, cités par ordre alphabétique. Les spécimens proviennent des endroits suivants:

Mont du Lac à Moïse, «sommet Nord», Charlevoix-ouest, 47°40′30″ N × 70°38′30″ O (QUM[3] 5281 200 mN × 376 500 mE); altitude 915 m, pente 10°, exposition nord-est, drainage 3, sol organique lithique, mor, pH (Hellige-Truog) en surface 3, 5-4, 0; groupement à *Vaccinium uliginosum* var. *alpinum* et *Cetraria islandica*, dans une crevasse, strate arbustive basse, abondance-dominance (Braun-Blanquet) 1.3; 11.06.77; M.M. Grandtner G 1816.

Mont du Lac à Moïse, «sommet Nord», Charlevoix-ouest, 47°40′30″ N × 70°38′30″ O (QUM 5281 300 mN × 376 500 mE); altitude 885 m; pente 45°, exposition nord-est, drainage 3, sol superficiel lithique, mor, pH (Hellige-Truog) en surface 3,5-4,0; groupement à *Vaccinium uliginosum* var. *alpinum* et *Cetraria islandica*, strate arbustive basse, abondance-dominance (Braun-Blanquet) 1.3; 11.06.77; M.M. Grandtner G 1838.

Mont du Lac des Cygnes, Charlevoix-ouest, 47°40′15″N × 70°37′00″O (QUM 5 280 400 mN ×

---

es toponymes sont d'après la carte topographique 21 M/10 Est, révisée en 1977 par la Com- de géographie du Ministère des terres et forêts du Québec en vue de la publication d'une édition du Répertoire géographique du Québec. Toute autre appellation est placée entre guil-

our l'explication des symboles voir Index Herbariorum (Holmgren et Keuken, 1974).
uadrillage de mille mètres transverse universel de Mercator.

378 800 mE); altitude 825 m, pente 90°, exposition nord-ouest, drainage 1, sol lithique fragmentaire, mor, pH (Hellige-Truog) en surface 4,0-4,5; petites colonies isolées dans les crevasses du rocher et parmi les mousses et lichens, strate arbustive basse, abondance-dominance (Braun-Blanquet) 1.3; 19.06.77; M.M. Grandtner G 1866.

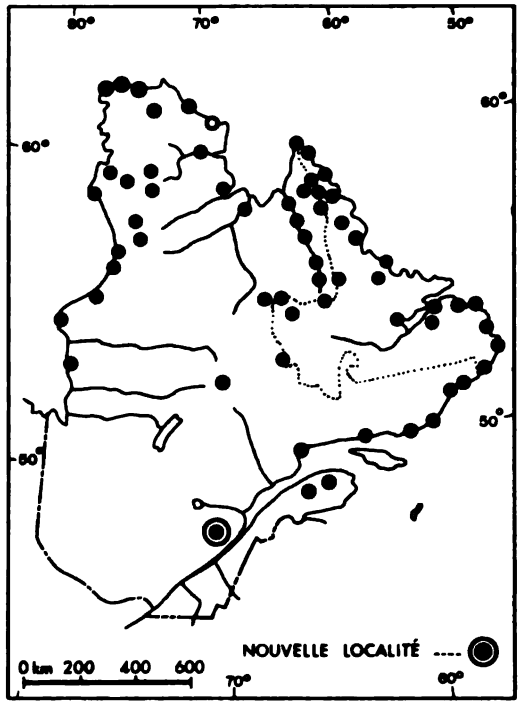


Figure 1. Distribution du *Diapensia lapponica* var. *lapponica* au Québec — Labrador. (Adaptée de Rousseau, 1974: 735, fig. 778 et reproduite avec la permission des Presses de l'Université Laval).

Ces récoltes constituent non seulement les premières mentions pour le massif lui-même et pour le comté de Charlevoix-ouest, mais encore la nouvelle limite sud de l'espèce au Québec (fig. 1). D'après Rousseau (1974), cette limite aurait été atteinte jusqu'à présent dans les Shickshocks aux environs du 49° parallèle, alors que sa limite méridionale nord-américaine se situerait sur les hauts plateaux des montagnes de la Nouvelle-Angleterre. Elles représentent aussi une importante extension d'aire, étant localisées, à vol d'oiseau, à 350 et 410 km au sud-est des stations connues les plus proches, à savoir celles du massif du mont Logan (Gervais, 1964) et de Sept-Îles.

Du point de vue phytogéographique, la présence du *Diapensia* souligne le caractère alpin et sub-arctique des deux montagnes prospectées. Elle pose également, avec celle de *Carex capitata*, *Hierochloe alpina* et *Vaccinium uliginosum* var. *alpinum*, présents aux mêmes endroits, le problème de la dynamique de la recolonisation postglaciaire du massif.

Enfin, ces récoltes permettent d'espérer la découverte du *Diapensia* sur d'autres montagnes similaires[4] et celle d'autres taxons intéressants près de la limite sud de leur distribution au Québec.

Références

GERVAIS, C., 1964. Étude de la flore de la région du mont Logan (comté de Matane, province de Québec, Canada). — Thèse de maîtrise, Univ. de Montréal, 310 p. Non publié.

HOLMGREN, P. K. and W. KEUKEN, 1974. Index Herbariorum. Part I: The herbaria of the world. Sixth edition. — Oosthoek, Scheltema & Holkema, Utrecht, 397 p.

KUCYNIAK, J., 1947. A bryophyte flora of interest on Lac des Cygnes mountain, Québec. — Bryologist, 50: 327-340.

ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec — Labrador. — Presses Univ. Laval, Québec, 799 p.

ROUSSEAU, J., 1931. Notes sur la flore de la région de Saint-Urbain, comté de Charlevoix (Québec). — Bull. natn. Mus. Can., 66: 26-31.

[4] M. Barry (comm. orale) l'aurait récolté en compagnie de Y. Papillon et de P. Racine-Barry, dès le 5 octobre 1975 près du sommet d'une montagne située, à vol d'oiseau, à 25 km au nord-est de Clermont, comté de Charlevoix-est, par 47°53'15" N et 70°27'45"0 (QUM 5 304 700 mN × 390 800 mE), vers 1000 m d'altitude et F. H. Cabot *(in litt.)* l'a observé en quantité, photographié et prélevé en vue d'une transplantation, le 9 juillet 1977, au mont du Lac des Cygnes. Il n'existe toutefois aucun spécimen provenant de ces deux endroits, dans les herbiers mentionnés.

Naturaliste can., 105: 117-118 (1978).

NOUVELLE STATION DE *PODOPHYLLUM PELTATUM* L. AU QUÉBEC

Léo-Guy de REPENTIGNY

Service canadien de la faune, C.P. 10100, Sainte-Foy, Québec G1V 4H5

Nous avons localisé une station de *Podophyllum peltatum* L. sur l'île Léonard, comté de Soulanges, Québec, 45°16′ N 74°11′ W. Cette île fait partie d'un archipel situé à environ 4 km à l'ouest de Salaberry-de-Valleyfield.

Cette station s'ajoute à celles déjà mentionnés par Rousseau (1973): Oka, mont Royal, Laprairie, Repentigny et Odanak. La formation de *Podophyllum peltatum* L. couvre, à cet endroit, une superficie approximative de 200 m², en sous-bois de feuillus mixtes, dans la partie méridionale de l'île, à l'est du chemin de service de l'Hydro-Québec.

Les spécimens font maintenant partie de l'herbier du Service canadien de la faune, Sainte-Foy, Québec.

Références

MARIE-VICTORIN, Frère, 1964. Flore Laurentienne, 2ème éd. — Presses Univ. de Montréal, Montréal, 925 p.

ROUSSEAU, C., 1973. Géographie floristique du Québec/Labrador. — Presses Univ. Laval, Québec, 799 p.

EXTENSION D'AIRE: *MALAXIS MONOPHYLLOS* VAR. *BRACHYPODA* (GRAY) F. MORRIS

Léo-Guy de REPENTIGNY

Service canadien de la faune, C.P. 10100 Sainte-Foy, Québec G1V 4H5

Une étude phytosociologique de la baie Cabbage Willows, 51°31′N 79°06′N, sur la côte ouest de la baie de Rupert, pendant la saison estivale 1972, nous a permis de récolter l'orchidée *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., var. *brachypoda* (Gray) F. Morris.

Cette plante croissait à la limite supérieure des marées extrêmes de la baie Cabbage Willows. Plante des lieux humides, elle était accompagnée des espèces suivantes: *Menyanthes trifoliata* L., *Potentilla palustris* (L.) Scop., *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. & Scherb., *Carex paleacea* Wahl., *Pedicularis macrodonta* Richards et *Galium trifidum* L.

Au Québec, la limite septentrionale de cette espèce, avant cette récolte, se situait à 100 km plus au sud, au refuge d'oiseaux migrateurs de Mécatina, comté de Duplessis (Rousseau, 1974). La seule autre récolte connue pour la même longitude se trouve dans la région du lac Témiscamingue (Baldwin, 1958), à 450 km au sud.

Vu la rareté de cette espèce sur le territoire étudié, nous n'avons récolté qu'un seul spécimen (n° 3 300) et dépo-

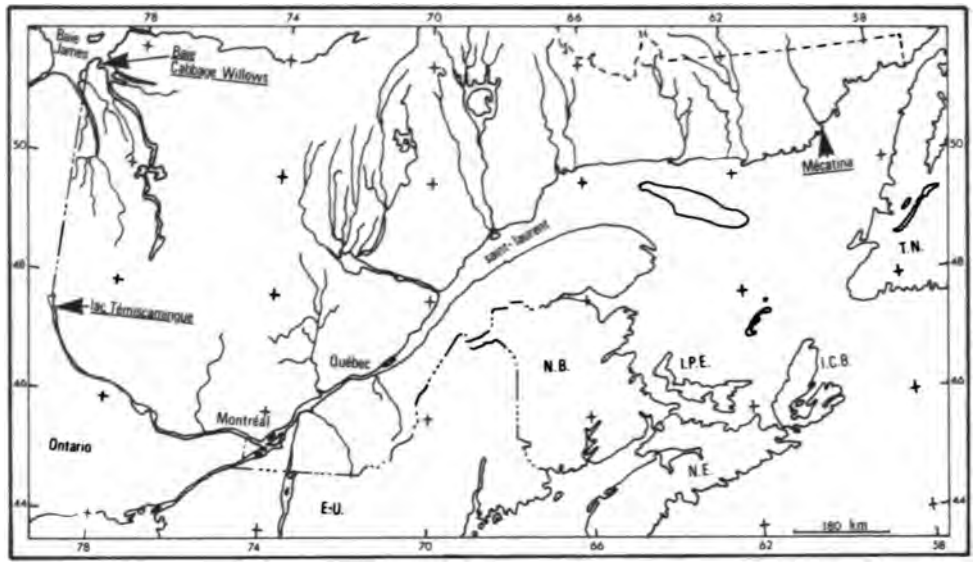


Figure 1. Localisation des sites de récoltes mentionnées dans le texte

sé celui-ci dans l'herbier du Service canadien de la faune à Sainte-Foy, Québec.

Références:

BALDWIN, W.K.W., 1958. Plants of the Clay Bent of northern Ontario and Quebec. — Bull. natn. Mus. Can., N° 156, vi = 324 p.

HULTÉN, E., 1968. Flora of Alaska and Neighboring Territories. — Stanford University Press, Stanford, California, 1008 p.

MARIE-VICTORIN, Frère, 1964. Flore Laurentienne, 2ème éd. — Presses Univ. de Montréal, Montréal, 925 p.

ROUSSEAU, C. 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. — Presses Univ. Laval, Québec, 799 p.

Naturaliste can., 105: 119-124 (1978).

REVUE DES LIVRES

ROGER, J., 1977. **Paléoécologie.** *Collection d'écologie,* no 10. Masson, Paris. 176 p., 39 fig. 16 × 24 cm. Broché snolin, environ $20,00.

Ce livre est le dernier d'une série de trois volumes du même auteur, les deux premiers étant intitulés *Paléontologie générale* et *Paléontologie évolutive.* C'est une paléoécologie toute entière tournée vers les relations entre les conditions du milieu et les processus évolutifs. C'est aussi une paléoécologie des grands bassins sédimentaires marins, très peu des écosystèmes terrestres du passé ou des eaux douces.

Le propos de l'auteur est de réunir, autour de la paléoécologie, les concepts et méthodes les plus divers tirés de la géologie, de la biologie et de l'informatique. Son livre n'est ni un traité ni un manuel. C'est une réflexion pour initiés, fruit d'une longue et vaste expérience. Les principales divisions de l'ouvrage en font foi: «1. Place de la paléoécologie et concepts de base de l'écologie susceptibles de concerner spécialement la paléoécologie; 2. Méthodologie paléoécologique ou stratégie de la recherche paléoécologique; 3. La hiérarchie paléoécologique — Exempies concrets ou tactique paléoécologique». On voit bien que l'auteur ne veut pas enseigner mais bien converser, communiquer des réflexions, présenter des outils et des idées. Le livre est constitué d'une succession ordonnée d'exemples illustrant des méthodes, des approches, des thèmes. Mais l'auteur ne les expose pas avec suffisamment de détails ce qui rend la lecture de ce livre très ardue pour le non spécialiste. Une connaissance large et détaillée des organismes animaux marins actuels et fossiles et de la stratigraphie est requise pour une compréhension complète de l'ouvrage. Le ton du texte peut être rendu par un exemple, tiré de la page 132: «Unir les travaux des divers secteurs des sciences de la terre, ceux des paléontologistes, tenir compte des reconstitutions mobilistes, intégrer les concepts fondamentaux des biologistes, tâche difficile mais fondamentale, conduit également à envisager les degrés de la hiérarchie se situant au-dessus de la communauté». Et l'auteur de mettre en releif les avenues prometteuses de recherche, les lacunes à combler. On cherchera vainement une synthèse paléoécologique d'une époque ou d'une région données. C'est en somme un ouvrage qui exige beaucoup du lecteur. En corollaire, il oblige à élargir les horizons en *mettant en présence* des langages, jargons, sigles mêmes (avec les concepts qu'ils véhiculent), de domaines scientifiques aussi nombreux que divers. En ce sens, l'auteur adapte bien les moyens au but poursuivi.

Le livre s'adresse surtout aux géologues paléontologues. Sa lecture est sans doute utile aux paléoécologistes de formation biologique, surtout au niveau des concepts introduits dans la première partie de l'ouvrage. Elle m'apparaît toutefois réservée aux spécialistes, pouvant certainement servir de toile de fond à des séminaires de maîtrise et de doctorat. On peut déplorer toutefois que le Quaternaire, surtout celui des milieux terrestres, y soit si peu étudié.

L'ouvrage est de belle apparence, sobrement illustré de graphiques et de dessins au trait. La bibliographie a le défaut d'être incomplète, une forte proportion des références citées n'apparaissant que dans les deux premiers ouvrages de la collection. Un index alphabétique des sujets et des auteurs le complète utilement.

Un livre semblable portant sur la paléoécologie du Quaternaire toucherait sans doute un plus vaste auditoire parmi les naturalistes québécois. Jean Roger vient de nous livrer un modèle du genre. Souhaitons que la lacune soulignée plus haut soit bientôt comblée.

Pierre RICHARD

Département de géographie
Université de Montréal, Montréal

MORISAWA, M., 1976. **Geomorphology laboratory manual** (with report forms). John Wiley, Toronto et New York. v + 253 p., 116 fig. 21 × 27,5 cm. Broché, $7,95.

S'il existe plusieurs dizaines de manuels de géomorphologie, de géographie physique et de géologie dynamique, les ouvrages conçus pour les travaux pratiques et l'initiation aux techniques propres à cette discipline demeurent d'une rareté surprenante si l'on considère que de tels exercices devraient normalement compléter l'enseignement théorique prodigué dans les universités et les collèges d'enseignement supérieur. L'ouvrage du professeur Morisawa répond donc à un besoin évident. Les exercices qu'il contient peuvent être utilisés directement ou adaptés aux be-

soins ou aux conditions locales. Au Québec, par exemple, les enseignants devront vraisemblablement le traduire; mais ils peuvent aussi simplement s'en inspirer pour préparer des travaux portant sur des exemples régionaux.

Les 17 exercices proposés sont destinés aux étudiants du premier cycle universitaire ou peut-être même du CEGEP. Ils sont d'apparence relativement simple et couvrent la majeure partie des sujets que l'on peut aborder dans un cours d'introduction à la géomorphologie, soit l'interprétation des photos aériennes et la lecture des cartes topographiques, les principaux reliefs structuraux, volcaniques, littoraux, glaciaires, fluviatiles et karstiques, les reliefs des régions arides, les versants y compris les glissements de terrain, et finalement les sols au sens pédologique.

L'ouvrage contient de nombreux extraits de cartes topographiques et géologiques, des photos aériennes verticales et obliques, des photos au sol ainsi que des figures au trait, des coupes et des blocs diagrammes. Les photos aériennes verticales sont présentées de manière à permettre l'examen stéréoscopique. Les feuilles d'exercices sont conçues de manière à permettre à l'étudiant de les utiliser directement et elles peuvent être facilement détachées. Les reproductions de photographies et d'extraits de cartes sont généralement de bonne qualité compte tenu du prix de l'ouvrage; un certain nombre d'entre elles est cependant de qualité moyenne.

Les exercices proposés se révèlent toutefois souvent assez compliqués et requièrent des explications préalables de la part du maître. Ils exigerons plusieurs heures de réflexion et de travail de la part des étudiants. On peut se demander si la majorité des débutants est réellement en mesure de se tirer de manière satisfaisante de la plupart des travaux proposés. À moins que nous ne sous-estimions le niveau des connaissances des étudiants québécois, il nous semble que beaucoup d'entre eux éprouveront de nombreuses difficultés. Voici à titre d'exemple l'une des questions posées (p. 101): «Est-ce que le temps est un facteur important dans l'évolution ou le changement d'une ligne de rivage?» On peut certainement répondre que oui, mais on ne tient pas alors compte de ce que le temps est un facteur à long terme. Les modifications importantes dans ce domaine sont presque toujours l'œuvre des tempêtes ou des ouragans. Les changements de la ligne de rivage sont donc rapides et de courte durée. Or par temps calme les plages tendent à recouvrer leur profil d'équilibre, donc à retrouver leur configuration initiale. Il est donc possible *qu'une plage ou un* cordon littoral ne présente *que des changements mineurs* lors des différentes prises de photos ou d'observations sur le terrain. Entre-temps des changements majeurs ont pu survenir qui ne sont plus apparents sur le terrain ou sur les documents dont on dispose pour l'analyse. L'étudiant qui en est à ses débuts peut-il répondre de façon satisfaisante à de telles questions? On peut en douter.

Quoi qu'il en soit, ce recueil de travaux pratiques et d'exercices devrait normalement recevoir un bon accueil de la part des enseignants et faciliter leur tâche. De toute évidence, un ouvrage en français répondrait mieux aux besoins de la majorité des Québécois. Puisse cette nouvelle publication encourager l'un des nôtres à produire un ouvrage de travaux pratiques davantage axé sur des exemples pris au Québec. En attendant, ce recueil peu coûteux vient certainement combler un vide.

Jean-Claude DIONNE

Environnement Canada, Québec

LOHM, U. and T. PERSSON, (editors,) 1977. **Soil organisms as components of ecosystems.** Proc. VI International Soil Zoology Colloquium. Ecological Bulletins/NFR 25, Stockholm. 614 p., 149 tab., 202 fig. 24 × 16 cm. Paperback, 140 Swedish kronor (≃ CDN $35,00).

During June 1976 the Sixth International Soil Zoology Colloquium was held in Uppsala, Sweden. This meeting was organized by the Swedish Society Oikos and the Swedish Soil Science Society and attracted 158 participants from 28 countries. In his Preface, the editor-in-chief of *Ecological Bulletins* stated, "The local organizing committee of the symposium stressed the importance of an integrated view of the soil ecosystem and expressed the hope that it would be possible to bring together not only soil zoologists but also microbiologists and botanists interested in root studies and soil processes." In preparing this book Lohm and Persson have captured the spirit and challenge of the editor-in-chief. There were 150 contributions presented in five plenary sessions plus one poster session. This book contains 92 of these contributions: in English (72), French (17) and German (3). These contributions are presented in the same order as they were given at the colloquium. All of the papers contain English abstracts and published discussions between the authors and the audience. The authors of the papers are among the foremost current researchers in their fiels of specialization.

The book is divided into four sections according to subject matter plus the poster session.

The first plenary session/section of the book is entitled, *Community Structure and Niche Separation in the Soil System*, containing nine papers in English and five in French, where such topics as: organization of soil animal communities, niche partition or separation of millipeds, isopods, mites, proturans and terrestrial amphipods, and lumbricid strategies are discussed.

The second session/section is entitled, *The Role of Soil Organisms in Nutrient Cycling*, and contains eleven papers in English, three in French and two in German. Topics covered in this section include: regulation of wood decomposition rates, immobilization and release of nutrient elements, earthworm communities and soil nutrient levels, energy and carbon fluxes in soil components, and microbial respiration and nutrient cycling.

The third session/section is entitled, *Plant Roots in the Soil System*, containing twelve English papers and one in French. Topics such as: energy metabolism of rhizophagous insects, distribution of roots and nematodes, influence of invertebrates on root growth with minimal cultivation, quantitative aspects of root exudation and fungal transfer to plant roots are presented.

The fourth session/section of the proceedings is entitled, *Models of Soil Organisms and their Environment*, which contains five papers in English and three in French. Various models are presented for the roles played by such soil organisms as Collembola, *Nitrobacter*, earthworms and mites.

The fifth section of the book is the Poster Session where 41 short notes are presented (35 English, 5 French and 1 German). According to the editors, "A large number of communications were presented in the form of a poster session with contributions extending over a wider field than the main theme and giving a valuable insight into soil biological research in progress."

This book, like one of its predecessors (d'Aguilar *et al.*, 1971), is produced on high quality paper stock so that figures and photographs are clear and easy to see. The type fonts are also large and simple so that extended reading is facilitated which was not the case in the d'Aguilar *et al.* edition.

There are two minor criticisms which will be apparent to the reader of this volume and previous editions (d'Aguilar *et al.*, 1971; Vanek, 1975). All editions have listed the addresses of the participants and attenders in Appendices, as does this edition, but the previous volumes also included the authors' addresses on the title pages of each article — a useful practice if reprints are to be available.

The second criticism that might be raised concerns the lack of a systematic or species index which was found in previous editions and has proven to be quite useful.

Soil organisms as a component of ecosystems is a timely contribution to the growing field of soil zoology or pedofauna and a welcome addition to the literature. Unfortunately, in this time of inflation and devalued dollars, its price may preclude it from many personal bookshelves of researchers and their graduate students.

References

D'AGUILAR, J., C. ATHIAS-HENRIOT, A. BESSARD, M.-B. BOUCHE et M. PUSSARD, 1971. Organismes du sol et production primaire. Proc. IV colloquium pedobiologiae. Inst. Natl. Rech. Agron. Publ. 71-7, Paris, 591 p.

VANĚK, J., 1975. Progress in soil zoology. Proc. V international colloquium on soil zoology. Academia Publishing House, Prague, 630 p.

John W. REYNOLDS

Département des ressources forestières
Université du Nouveau-Brunswick, Frédéricton

PILET, P. E., (éditeur), 1977. **Plant growth regulation.** Proceedings of the 9th conference on plant growth substances, Lausanne, August 30 — September 4, 1976. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. XI + 305 p., 128 fig. 15 × 24,5 cm. Relié, $28,20.

Ce volume est le compte-rendu de la 9e Conférence internationale sur les substances de croissance qui a eu lieu à Lausanne, du 30 août au 4 septembre 1976.

Dans la préface, l'éditeur, le professeur P.E. Pilet, indique que, dans le passé, c'était une tradition de publier la «collection exhaustive» de toutes les contributions même les plus brèves présentées au cours des congrès. Résultats: des volumes mammouths publiés tardivement et souvent peu utilisés par les étudiants et chercheurs. Afin de ne pas répéter cette erreur, le profasseur Pilet a choisi 30 articles, de contenu suffisamment substantiel, et les a regroupés selon 8 thèmes: 1. La paroi des cellules en croissance (3 articles); 2. Relations entre phytohormones et membranes (4 articles); 3. Analyse des hormones végétales (3 articles); 4. Auxines et inhibiteurs de la croissance des racines (4 articles); 5. Gibberellines et cytokinines (4 articles); 6. Ethylène et autres régulateurs (dont les substances phénoliques) (4 articles); 7. Gravité et effets de la lumière (4 articles dont deux sur le géotropisme, un sur

le phototropisme et le dernier sur l'interaction lumière — rythme circadien et le problème du florigène); 8. Régulation phytohormonale (5 articles portant sur la régulation de la division cellulaire, de l'abscission, de la floraison, de la sénescence, de la croissance et du développement des protoplastes). Le chapitre 9 est essentiellement un appendice donnant la liste, par ordre d'auteurs, des sujets de 203 communications brèves présentées au cours du congrès.

En général, les articles, dont le texte est publié intégralement, ne sont pas des revues bibliographiques. Ce sont davantage des rapports authentiques de recherche présentant la méthodologie, des résultats originaux, des discussions et conclusions pertinentes. Quelques articles ont pour objectif la réévaluation de théories déjà vieilles sur certains mécanismes d'action des phytohormones. C'est ainsi que la théorie classique de Cholodny et Went sur les tropismes (selon cette théorie, une concentration plus élevée d'auxine, suite au déplacement de celle-ci sous l'effet de la gravité ou de la lumière, exercerait un effet inhibiteur sur la croissance des racines et stimulerait par contre la croissance de la tige) n'est plus acceptée. En effet, les travaux de plusieurs chercheurs démontrent que l'élongation et les réponses géotropiques de la racine primaire sont réglées par l'interaction de l'auxine et d'inhibiteur de croissance dont la nature et la distribution font l'objet de recherches.

(cf. Elliott, art. 11, p. 100). L'analyse spectrofluorométrique d'extraits d'hypocotyles de tournesol soumis à un éclairement unilatéral ne révèle pas de déplacement d'acide indolacétique vers le côté non-éclairé de l'hypocotyle. Une substance inhibitrice de l'élongation cellulaire a cependant été décelée. Le professeur Bruinsma (Wageningen, Hollande) propose comme nouvelle hypothèse que la courbure phototropique, chez les dicotyles éclairées unilatéralement, est due à la synthèse, sous l'effet de la lumière, d'un inhibiteur de croissance dont la nature et la distribution font l'objet de recherches.

Il serait intéressant de passer en revue chaque article ou chaque thème regroupant quelques articles et de signaler, comme nous venons de le faire, l'éclairage nouveau apporté par ces travaux de même que les zones encore obscures, sur lesquelles des centaines de chercheurs s'efforcent de faire la lumière. Les lecteurs intéressés à ce domaine très important de la physiologie végétale pourront toujours consulter cet ouvrage.

Il faut féliciter le professeur Pilet du choix des articles et de leur agencement. Il en résulte un livre peu volumineux (302 p.), à jour, relativement peu coûteux et, de surcroît, l'œuvre de scientifiques des plus compétents dans leur domaine. Cet ouvrage devrait connaître une très large diffusion chez les étudiants et chercheurs intéressés aux fonctions des plantes et, notamment, à la régulation phytohormonale de la croissance et du développement.

H.P. THERRIEN

Département de phytologie
Université Laval, Québec

TRONCHET, A., 1977. **La sensibilité des plantes.** Masson, Paris. IX + 158 p., 65 fig., index. 16 × 24 cm. Broché, 115FF.

Ce livre sur la sensibilité des plantes se divise en quatre parties. Dans la première, Tronchet traite de l'appareil statolithique des racines, des tiges et des feuilles; dans la deuxième, des organes sensoriels dits tactiles tels que papilles, poils et soies, et finalement dans les troisième et quatrième parties, d'organes optiques, de vrilles et de tiges volubiles.

Par son contenu et sa terminologie spécialisée, ce livre vise surtout l'étudiant du 2e et 3e cycle. Dès l'introduction, l'auteur nous initie à la chaîne de processus engagés dans un tropisme végétal, tel que: perception du stimulus, transmission de l'information et réponse à l'information. Bien qu'un tel phénomène implique un aspect biochimique aussi bien que structural, l'ouvrage est quasiment limité à une description des cellules et des tissus spécialisés impliqués dans la perception des stimulus. Pour ce faire, plus de 60 figures et schémas sont utilisés. De plus, bien que l'auteur se réfère assez souvent à des travaux basés sur des observations microscopiques, aucune photographie n'y est présentée, si on exclue celle de la page couverture. L'auteur préfère utiliser des dessins à la ligne, élégants mais souvent trop simplifiés.

L'ouvrage est basé sur une revue bibliographique très étendue qui couvre le milieu du XVIIIe siècle jusqu'en septembre 1976. L'auteur, qui est une tête de file dans le domaine de la sensibilité des plantes, fait preuve de grandes connaissances du sujet. Malheureusement, tout en citant des travaux récents, il est très peu incliné à les discuter. Par contre tout au long de l'ouvrage, l'auteur démontre une forte préférence pour les travaux de la première moitiée du siècle. Par exemple, ceux de l'allemand Haberlandt y sont présentés et discutés jusqu'au plus fin détail e.g. ... des plants de *Linum* qui avaient été cultivés à Berlin en plein air, pendant un hiver relativement doux (1901-1902).. sic.

À la lecture de l'ouvrage, on y trouve quand même un très bon compte rendu, presque historique, des observations et des multiples interprétations qui ont servies de base à la théorie statolithique. En plus du cas classique des grains d'amidon de la racine ou de la feuille, le rôle possible de la coiffe dans la réaction racinaire à un stimulus géotropique, y est traité de façon détaillée. Dans le dernier tiers du volume, l'auteur traite trop longuement des organes optiques et des organes volubiles et cela, sans y apporter des données convainquantes. Il est surprenant de voir que l'auteur traite si longuement de ces deux sujets puisqu'il constate lui-même que la plupart des récents traités de physiologie végétale n'accordent aujourd'hui qu'une place très minime à ces problèmes.

En conclusion, par sa présentation et son contenu, cet ouvrage édité en 1977, me semble déjà un peu vieillot. Le lecteur intéressé par les récents développements dans le domaine de la sensibilité des plantes, devrait les chercher ailleurs.

M. LALONDE

C.F. Kettering Res. Lab.
Yellow Springs, Ohio

MEINCK, F., H. STOOFF, H. KOHLSCHÜTTER, 1977. **Les eaux résiduaires industrielles.** 2e éd. Masson, Paris, New York, Barcelone, Milan. xvi + 863 p., ill. 16,5 × 24,5 cm. Relié. toile, 290 FF.

Ce traité est de caractère encyclopédique et certainement utile comme ouvrage de consultation. Cependant il faut reconnaître que l'approche utilisée est presque exclusivement qualitative. Le chapitre IV qui comprend 518 pages (c'est-à-dire environ 65% du texte) consiste en une série de descriptions détaillées des problèmes spécifiques du traitement des eaux résiduaires pour un grand nombre d'industries diverses (industries minières, produits chimiques, produits alimentaires, pâtes et papiers, cuirs, textiles industries métallurgiques, etc...). La bibliographie donnée pour chacun de ces cas est sans doute bien complète et présente donc un intérêt pour ceux dont la tâche serait de préparer une documentation assez détaillée sur les problèmes de traitement d'eaux résiduaires dans un type particulier d'industrie.

L'approche moderne à l'étude du traitement d'eaux résiduaires basée sur les principes du génie chimique (opérations fondamentales, cinétique chimique, calcul des réacteurs...) est entièrement absente de ce texte. Il n'y a pas, dans tout le volume, une seule équation proposée comme modèle mathématique d'un procédé donné, pas un seul exemple numérique de calcul d'équipement et presqu'aucune considération théorique (même sur un point de vue qualitatif). En résumé, l'approche est typiquement celle des anciens textes de chimie industrielle qui contraste avec la méthode moderne d'attaque du problème qui prend en compte le point de vue de l'ingénieur concepteur. L'adoption du livre comme manuel pour un cours moderne en traitement des eaux résiduaires industrielles serait complètement impensable. Cependant je ne crois pas que ce soit là l'intention des auteurs de ce livre. Comme ouvrage encyclopédique, le volume pourrait avoir certainement une utilité comme référence.

Rubens S. RAMALHO

Département de génie chimique
Université Laval, Québec

DAWSON, J.W. SIR, 1977. **Modern Ideas of evolution.** (Edited by W.R. Shea and J.F. Cornell with a foreword by C.F. Harrington, and a critical introduction by W.R. Shea). Prodist, New York. XXV + 240 p. 15 × 23 cm. Broché, prix non indiqué.

Les idées «modernes» sur l'évolution, que nous présentent W. R. Shea et J. F. Cornell, date du 19e siècle et sont l'œuvre de Sir J. William Dawson, paléontologiste canadien célèbre, connu entre autres pour ses travaux sur la flore dévonienne de l'Est du Canada. Rappelons qu'il fut, pendant plus de 30 ans, «principal» de l'Université McGill. Selon W. R. Shea, il contribua par la qualité de ses recherches et par son grand dynamisme à donner à cette institution, encore à ses débuts, une valeur académique enviable.

Ce livre, publié pour la première fois en 1890, constitue essentiellement une thèse anti-transformiste où Dawson tente de prouver que les idées darwiniennes sur l'évolution sont en contradiction avec les principes généraux de la science moderne et qu'elles ne concordent pas du tout avec les découvertes de la paléontologie. L'auteur, profondément religieux, en plus d'essayer d'infirmer les théories évolutionnistes à l'aide d'observations géologiques, apporte très souvent des arguments d'ordre théologique. Et, tout au long du livre, on a l'impression que le problème majeur de Dawson n'est pas tant la théorie darwinienne en elle-même que les attaques qu'elle porte, selon lui, au christianisme.

Les grands thèmes de son volume sont les suivants. Dawson commence par exposer la

nécessité de l'existence de Dieu, car pour lui l'origine de la vie ne peut se concevoir sans la création divine. Peu après, il développe les deux points forts de sa thèse: le darwinisme ne traite pas de l'origine des espèces, mais de leur transformation, et la paléontologie ne nous montre pas un passage graduel d'une espèce à l'autre, mais plutôt l'apparition ou la disparition brusque de certains taxons, sans la présence de formes intermédiaires. Suit une critique détaillée de la théorie de Haeckel, selon laquelle l'ontogénèse récapitule la phylogénèse. Dans les derniers chapitres, inspiré par l'existence même de la raison humaine et par l'impression d'ordre, de beauté et de grandeur qui semblent ressortir de la nature, Dawson annonce la conclusion, consacrée presque entièrement à la glorification de Dieu.

Dans l'introduction, W. R. Shea résume les principales idées du paléontologiste sur l'évolution. Aux notes biographiques fort intéressantes, il y aurait peut-être eu lieu d'ajouter une analyse sommaire de l'orientation néo-lamarcksiste des théories évolutives en Amérique du Nord, à la fin du 19e siècle; ceci afin de montrer au lecteur où s'insérait au juste la thèse de Dawson.

En conclusion, ce livre permet de replacer en quelque sorte la théorie darwinienne dans son époque et de mieux comprendre les objections, souvent fondées, qu'elle suscitait. Et, si on fait abstraction des arguments théologiques de Dawson, on se rend compte comme l'a écrit S.G. Gould que:

"Contrary to popular myths, Darwin and Lyell were not the heros of true science, defending objectivity against the theological fantaisies of such "catastrophist" as Cuvier and Buckland. Catatrophist were as committed to science as any gradualist; in fact, they adopted the more "objective" view that one should believe what one sees and not interpolate missing bits of a gradual record into a literal tale of rapid change" (Natural History, 86(5): 12).

Denis BARABÉ

Jardin botanique, Montréal

LIVRES REÇUS

VAN STEENIS, C.G.G.V. (éditeur général), 1974. **Flora Malesiana, Series I, Spermatophyta (Flowering Plants)**, vol. 8, part 1. *Cyclopedia of Collectors, Supplement 2*, by M.J. Van Steenis-Kruseman, p. I-CXV. *Systematic revisions, Part I*, p. 1-29. Noordhoof International Publishing, Leyden. Ill., 17 × 26 cm. Broché, prix non indiqué.

VAN STEENIS, C.G.G.V. (éditeur général), 1977. **Flora Malesiana, Series I, Spermatophyta (Flowering plants)**, vol. 8, part 2. *Systematic revisions*, p. 31-300. Noordhoff International Publishing, Leyden. Ill., 17 × 26 cm. Broché, prix non indiqué.

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

On peut soumettre au Naturaliste canadien des *articles inédits*, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée, de la taxonomie, de la morphologie ou des sciences de la terre. Tout manuscrit sera jugé en fonction de l'originalité des résultats et de l'interprétation. Les revues thématiques ne seront acceptées que si elles donnent lieu à d'importantes généralisations scientifiques. Des *articles courts* (maximum de quatre pages dans la revue) peuvent être acceptés comme "Communications brèves" s'ils découlent d'une recherche de qualité.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21.5 X 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction.

Les éléments du manuscrit sont les suivants : (1) le titre ; (2) le nom de l'auteur ; (3) le nom et l'adresse de l'institution à laquelle appartient l'auteur ; (4) un titre courant d'un maximum de 60 lettres et espaces (sur une page séparée) ; (5) les résumés français et anglais (maximum de 300 mots) ; (6) le texte ; (7) sur des feuilles séparées, les tableaux (numérotés en chiffres romains), les légendes des figures (numérotées en chiffres arabes) et les références bibliographiques.

TEXTE

La Direction de la revue recommande le plan suivant : introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusion, remerciements et références bibliographiques.

On tiendra compte des remarques suivantes : (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques ; (2) les notes inframarginales devront être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement ; (3) pour les unités de mesure, on utilisera de préférence le système métrique, (4) on évitera les appendices, et d'ailleurs la Direction de la revue ne s'engage pas à en publier plus d'une page.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elles seront indiquées dans le texte par le nom de l'auteur et l'année de publication. Dans la liste, à la fin du manuscrit, elles seront citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant des exemples suivants :

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. *In :* D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Les titres des périodiques devront être abrégés suivant la "World List of Scientific Periodicals" (édition de 1963).

ILLUSTRATIONS

La Direction de la revue limite ses frais de clichage à deux clichés par manuscrit ; tous les clichés additionnels seront à la charge de l'auteur.

Les photographies devront être tirées sur papier glacé et fortement contrastées. On regroupera, autant que possible, les photographies sur une même planche, en les collant sur un carton rigide, sans oublier de les numéroter proprement et lisiblement au coin droit. Trois séries de photographies sont requises.

Les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage devra être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1.5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12.5 x 20 cm, légende comprise.

On présentera la liste des légendes sur une page séparée. On indiquera cependant à l'endos des photographies et des dessins le nom de l'auteur et le numéro de figure.

ÉPREUVES ET TIRAGES-À-PART

Les auteurs recevront une série d'épreuves, en même temps qu'un bon de commande pour les tirages-à-part. L'un et l'autre devront être retournés dans les plus brefs délais.

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY

Original papers in French or in English based on research in basic and applied ecology, taxonomy, morphology and earth sciences will be considered for publication in this journal. The papers will be judged on the basis of their contribution of original data and ideas or interpretation. *Review articles* will not be accepted unless they lead to new and important generalizations. *Short articles* (no more than four pages in the journal) may be accepted as "Communications brèves". They should be distinguished from papers on the basis of scope rather than quality of the research.

GENERAL PRACTICES

Manuscripts should be typewritten in double spacing throughout on one side of bond paper 21.5 x 28 cm, and submitted in triplicate to the Secretary of the Editorial Board.

The sequence of material in the manuscript as submitted should be : (1) title ; (2) author's name ; (3) author's affiliation and address ; (4) a condensed running head of no more than 60 letters and spaces (on a separate page) ; (5) French and English abstracts limited to 300 words ; (6) the manuscript proper ; (7) on separate pages references, tables (numbered consecutively in Roman numerals) and figure legends (numbered consecutively in Arabic numerals).

MANUSCRIPT DETAILS

The arrangement of the contents should generally be as follows : Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, and References.

In preparing copy please take account of the following remarks : (1) underscore only where italics are intended ; (2) footnotes are to be avoided and wherever impossible they should be consecutively numbered ; (3) either metric or English units may be used ; however use of the former is recommended ; (4) appendixes should be avoided and will not be usually accepted if exceeding one page.

REFERENCES

Literature references in the text should be by author, followed by year of publication. All papers referred to in the manuscript should be listed alphabetically by first author, according to the following examples :

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. *In* : D. H. Hood (ed.). Symposium or organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Abbreviations for periodicals should follow the "World List of Scientific Periodicals" (1963 edition).

ILLUSTRATIONS

The first two figures of a manuscript will be free of charge. Additional figures will be charged to the author.

Prints of photographs should be made on glossy paper with a wide range in tone. They should be cropped, mounted with rubber cement on white card-board, and clearly numbered at the right corner of each photograph. Three complete sets of photographs must be included.

Drawings are made with black india ink on white drawing paper and all lettering should be made with a lettering system. All lettering must be sufficiently large to be at least 1.5 mm on final reproduction. One original and two clean copies of each drawing should be submitted.

Drawings and photographs must be made to a scale allowing reduction to an area not exceeding 12.5 x 20 cm, inclusive of captions.

Captions for illustrations should be typed in paragraph form on a separate page. Moreover each illustration should be clearly labelled on back, giving the name of the author and the figure number.

PROOFS AND REPRINTS

Galley proofs will be sent to the author together with an order blank for reprints. The corrected proof with the order for reprints should be returned immediately.

Vente à prix réduit
de collections d'anciens volumes du
NATURALISTE CANADIEN

Les Presses de l'Université Laval sont dans l'obligation de libérer leurs entrepôts de certains surplus de revues. La direction du *Naturaliste canadien* met donc en vente, à prix réduits, des collections d'anciens volumes de la revue, durant une courte période, au tarif suivant:

Volume 60 (1933) à 92 (1965), $8.00 le volume.

Volume 93 (1966) à 104 (1977), $10.00 le volume.

Le volume 101 (1974) est épuisé.

Trois collections d'anciens numéros de 1868 à 1891 (volumes 1 à 20), de la période de Provancher, et de 1894 à 1932 (volumes 21 à 59), de la période de Huard, sont disponibles. Prix sur demande.

Secrétariat de la rédaction
« Le Naturaliste canadien »
Université Laval
Québec. G1K 7P4

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 | Mars-avril 1978 | Numéro 2

SOMMAIRE

McALLISTER, Don E. et C. Lavett SMITH. Mensurations morphologiques, dénombrements méristiques et taxonomie du Coelacanthe, *Latimeria chalumnae* .. 63-76

VINCENT, B., G. VAILLANCOURT et S. McMURRAY. Première mention de *Psammoryctides barbatus* (Grube) (Annelida; Oligochaeta) en Amérique du Nord et note sur sa distribution dans le haut estuaire du Saint-Laurent 77-80

GAGNON, J. D. 50 ans de croissance périodique dans les plantations d'épinette blanche établies à Grand-Mère, Québec, sur des sols sablonneux 81-87

MAGNIN, Étienne, Eugenia MURAWSKA et Anne-Marie CLÉMENT. Régime alimentaire de sept poissons littoraux de la Grande Anse de l'île Perrot, sur le lac Saint-Louis, près de Montréal, Québec 89-101

BEAUMONT, G., R. BASTIN et H. P. THERRIEN. Effets physiologiques de l'atrazine à doses sublétales sur *Lemna minor* L. III. Influence sur les protéines solubles et les acides nucléiques 103-113

COMMUNICATIONS BRÈVES

GRANDTNER, Miroslav M. *Diapensia lapponica* L. var. *lapponica* dans le massif de Saint-Urbain, Charlevoix-ouest, Québec 115-116

De REPENTIGNY, Léo-Guy. Nouvelle station de *Podophyllum peltatum* L. au Québec 117

De REPENTIGNY, Léo-Guy. Extension d'aire: *Malaxis monophyllos* var. *brachypoda* (Gray) F. Morris 117-118

REVUE DES LIVRES 119-124

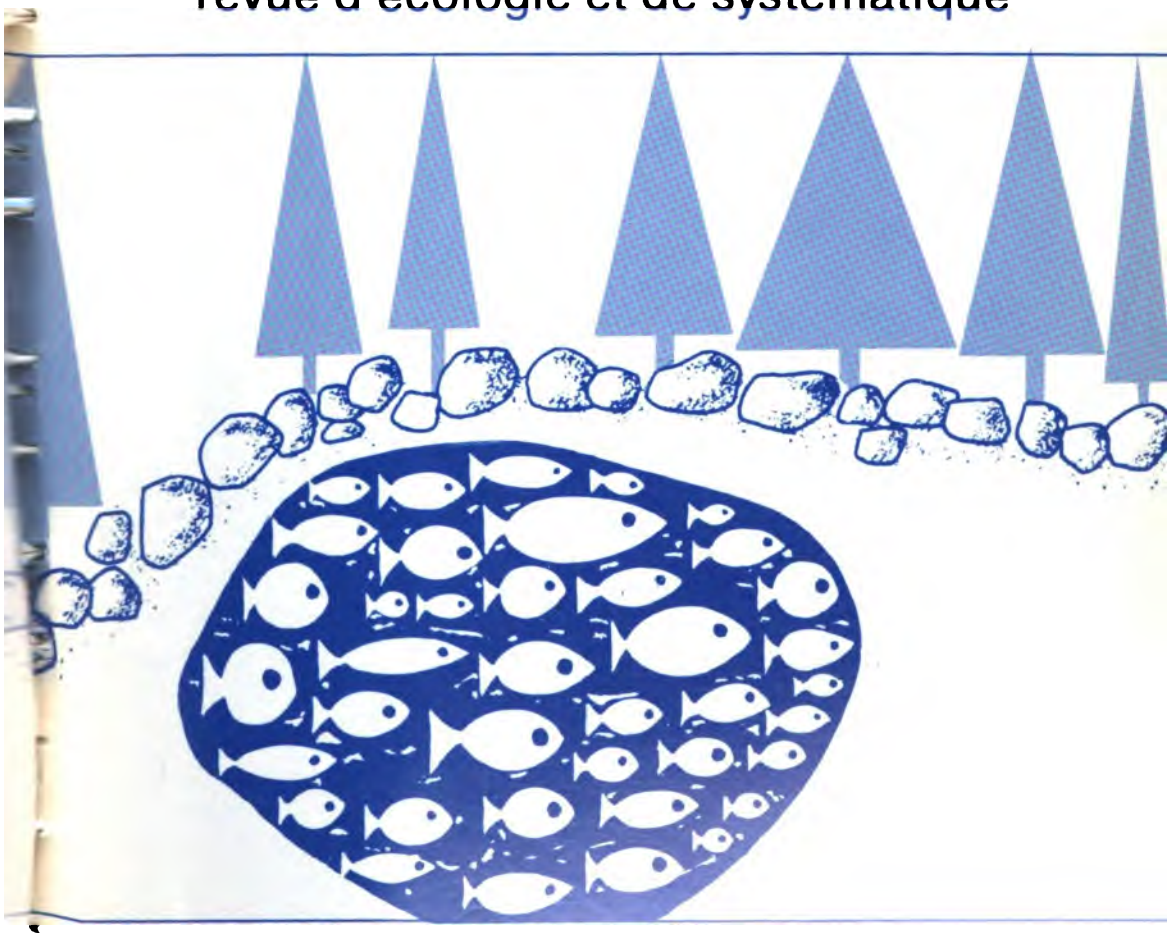
QH
3
N265
105(3)

Volume 105
numéro 3,
mai-juin 1978

The University
of Michigan
Museums
Library

e naturaliste canadie

revue d'écologie et de systématique



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR
G.-WILFRID CORRIVAULT

DIRECTEUR-ADJOINT
MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION
PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*
RENÉ BÉIQUE, *Direction générale de la conservation, Ministère des terres et forêts, Québec*
JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie et du commerce, Québec*
BERNARD BERNIER, *Université Laval*
PAUL BERTHET, *Faculté des sciences de Lyon*
PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*
MICHEL DELSOL, *Faculté catholique de Lyon*
LLOYD M. DICKIE, *Institut d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*
ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*
PAUL GERVAIS, *Université Laval*
ROGER HEIM, *Muséum national d'histoire naturelle de Paris*
WILLIAM S. HOAR, *Université de la Colombie-Britannique*
ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*
VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*
ERNEST LEPAGE, *Saint-Simon, Rimouski*
TREVOR PLATT, *Laboratoire d'écologie marine, Institut océanographique de Bedford, Dartmouth, N. E.*
GASTON MOISAN, *Service de la faune du Québec*
W.E. RICKER, *Office des recherches sur les pêcheries du Canada*
D. M. ROSS, *Université d'Alberta*
HENRI TINTANT, *Faculté des sciences de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction):

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec G1K 7R4

Abonnement annuel

personnel: $17.00 — collectif: $34.00 (multi-user) — le numéro: $4.00
Étranger: $18.00 — numéros spéciaux: $10.00

Publication bimestrielle de l'Université Laval, LE NATURALISTE CANADIEN accepte des **articles inédits**, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée (agronomique, forestière), de la systématique, de la morphologie ou des sciences de la terre.

De brèves **communications scientifiques** seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas excéder 1,500 mots, titre et bibliographie compris.

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétariat de la rédaction,** LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Québec G1K 7P4, Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Conseil national de recherches du Canada et du Ministère de l'éducation du Québec.

Répertorié dans Current Contents, Biological Abstracts et Périodex.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768

Dépôt légal — Deuxième trimestre 1978 Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 Mai-juin 1978 Numéro 3

LES CHIRONOMIDAE TANYPODINAE (DIPTÈRES) DE RUISSEAUX DES LAURENTIDES

Louise CLOUTIER et P. P. HARPER

Département de sciences biologiques et Station de biologie
Université de Montréal, C. P. 6128, Succ. «A», Montréal

Résumé

Vingt-quatre espèces de Tanypodinae ont été récoltées dans un ruisseau des Laurentides et dans deux de ses tributaires. Huit des espèces s'avèrent être des mentions nouvelles pour le Canada et sept autres pour le Québec. *Conchapelopia aleta, C. rurika* et *Zavrelimyia sinuosa* sont des espèces ubiquistes trouvées dans presque toutes les stations. *Arctopelopia flavifrons* est la seule espèce associée aux zones d'eau rapide. La plupart des autres espèces habitent les zones d'eau calme à substrat fin ou couvert de végétation. *Thienemannimyia acra, T. senata* et *Paramerina* sp. ne se retrouvent que dans les stations les plus en aval. Les deux ruisseaux tributaires ont une faune semblable à celle du cours axial, mais plus réduite; la seule espèce particulière y est *Macropelopia decedens*.

Abstract

Twenty four species of Tanypodinae were collected from a Laurentian stream and two of its tributaries. Eight species are new records for Canada, and seven others for Québec. *Conchapelopia aleta, C. rurika*, and *Zavrelimyia sinuosa* are ubiquitous species inhabiting nearly all the stations. *Arctopelopia flavifrons* is the only species associated with riffles. Most of the other species live in quieter sections on substrates of fine particles or in vegetation mats. *Thienemannimyia acra, T. senata*, and *Paramerina* sp. are restricted to the downstream stations. The tributary streams have a fauna similar to that of the mainstream, though less diversified; the only species confined to the tributaries appears to be *Macropelopia decedens*.

Introduction

Les insectes de la sous-famille des Tanypodinae se distinguent des autres Chironomidae aquatiques par le régime alimentaire carnivore de leurs larves (Thienemann 1954). Ils sont particulièrement abondants dans la zone profonde de certains lacs (Oliver 1971); dans les eaux courantes, et particulièrement celles d'Amérique du Nord, leur importance n'a été évaluée qu'en de rares occasions (Mackay 1968, Saether 1970, Frommer et Sublette 1971), probablement à cause des difficultés d'identification des *stades immatures* et de la confusion longtemps associée à la taxonomie de ce groupe.

Ce n'est d'ailleurs que depuis la révision de Roback (1971) que la taxonomie des adultes néarctiques commence à se préciser; celle des larves reste encore imprécise, bien que certaines révisions partielles aient paru récemment (Boesel 1974, Roback 1976).

Lors d'une étude globale de la faune des insectes benthiques de quelques ruisseaux des Basses-Laurentides (Harper 1978), nous avons tenté 1) de dresser l'inventaire des Tanypodinae et d'estimer leur importance, 2) de déterminer

la répartition des différentes espèces, dans le cours d'eau et 3) de mettre en évidence quelques-uns des facteurs pouvant entraîner leurs répartitions.

On aborde normalement une telle étude par un programme de récoltes de larves; vu l'état actuel de notre connaissance taxonomique des stades immatures, notre recherche a été basée plutôt sur des récoltes d'adultes mâles, les seuls stades dont l'identification soit certaine. Nos résultats seront ainsi en quelque sorte préliminaires, mais ils pourront servir de base à l'étude de ces insectes encore si mal connus de la faune de nos ruisseaux et rivières.

Méthodes

Notre travail étant orienté vers l'étude des adultes, nous avons opté pour des récoltes quantitatives d'adultes émergés à chacune des stations de prélèvement au cours de l'année. Nous avons ainsi placé à chacune des stations un piège à émergence (de forme pyramidale, du type mis au point et décrit par F. Harper et Magnin 1971) recouvrant 0,5 m^2 de substrat (2 pièges utilisés en 1972 avaient une surface de capture de 1 m^2 et 2 autres de 0,25 m^2). Les pièges étaient vidés tous les jours pendant toute la période d'émergence des adultes: du 12 mai au 31 août 1972 (avec une interruption du 23 au 25 juin due au passage de l'ouragan «Agnès» et au déplacement des pièges qui en a résulté), ainsi que du 4 mai au 24 août 1973; des récoltes supplémentaires furent faites à intervalles irréguliers en septembre et en octobre 1972 et en septembre 1973.

Pour en faciliter l'identification, les insectes étaient montés entre lame et lamelle selon les indications de Schlee (1966) dans le milieu de montage de Hoyers (Beirne 1955). Tout le matériel est conservé en alcool ou sur lame et a été déposé à la collection entomologique du Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal.

LES MILIEUX INVENTORIÉS

Les cours d'eau étudiés se situent dans les Basses-Laurentides à environ 70 km au nord de Montréal sur le territoire de la Station de biologie de l'Université de Montréal (46° N, 74° O) où ils forment le versant ouest (ruisseau Ashby) du bassin supérieur de la rivière l'Achigan, un affluent de la rivière l'Assomption. Ces ruisseaux coulent dans une forêt qui fut détruite par un incendie vers 1920 et qui est présentement dominée par des peuplements de bouleaux blancs (*Betula papyrifera* Marsh), phase transitoire dans une succession secondaire vers l'établissement d'une érablière à bouleaux jaunes (Gagnon 1975).

Trente-neuf stations de prélèvement (fig. 1) ont été réparties le long du ruisseau principal sur quatre sections (la section 2 entre les lacs Long et Un, la section 3 entre les lacs Deux et Trois, la section 4 entre les lacs Quatre et Tracy et la section 5 entre les lacs Tracy et Corriveau), ainsi que sur deux ruisseaux tributaires (le ruisseau G reliant les lacs Croche et Triton au lac Tracy et le ruisseau I joignant le lac Rond au lac Tracy). Vingt-huit stations furent étudiées en 1972, 19 en 1973, dont huit communes aux deux années. Notons que les stations sont désignées par un code dénotant la section où elle se trouve de même que son rang: ainsi 4-3 représente la troisième station en aval du lac Quatre et G-1 est la station la plus en amont du ruisseau G. Le même code ayant été adopté pour d'autres études actuellement en cours, il pourra manquer ici certains numéros dans la séquence des stations.

Tous ces cours d'eau sont étroits (30 à 300 cm) et peu profonds (15 à 200 cm). Les caractéristiques physico-chimiques

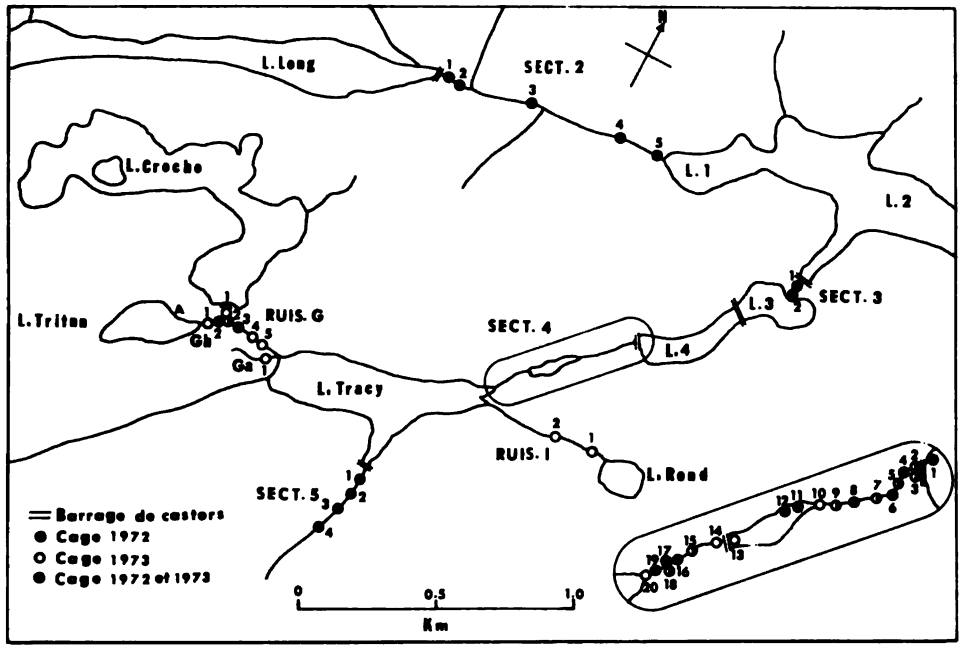


Figure 1. Carte des ruisseaux échantillonnés en 1972 et en 1973.

de l'eau sont assez semblables dans le cours axial et dans les tributaires (tableau I), les variations étant en général reliées aux saisons; l'eau est légèrement acide, peu minéralisée, peu tamponnée et douce; la turbidité demeure toujours assez faible, bien que la couleur soit élevée; l'eau reste bien oxygénée. Ces ruisseaux se placent dans la classification de Nisbet et Verneaux (1970) parmi les cours d'eau des régions acides ou coulant sur des massifs anciens. Toutes les stations, sauf Gb-1, sont sises sur des émissaires de lacs et la température de l'eau est directement liée à la température superficielle des lacs. Il y a peu de différences entre les stations: l'eau se maintient à près de 0°C de la fin de novembre au début de mai; elle se réchauffe alors rapidement pour atteindre 20° en juin et elle se maintient au-dessus de ce seuil jusqu'à la fin d'août.

TABLEAU I

Valeurs extrêmes des données physico-chimiques mesurées en 1973 dans le cours axial (section 4) et le ruisseau G.

Caractéristiques	*Cours axial*	*Ruisseau G*
pH	5,8-6,4	6,0-6,4
Alcalinité (mg/1 $CaCo_3$)	5,7-10,6	3,8-9,0
Dureté (mg/1 $CaCo_3$)	7,9-29,6	9,0-33,0
Conductivité (μS)	12-35	16-41
Turbidité (UTJ)	0,7-2,5	0,3-2,0
Couleur (Pt)	10-80	
Oxygène dissous (mg/1)	4,8-9,3	4,2-11,7
Température (°C)	0,0-28	0,0-26

Les différences entre les stations se situent donc essentiellement au niveau du substrat (taille des particules, vitesse du courant, présence de végétation supérieure, accumulation de matière organique en décomposition). À ce titre, les stations varient considérablement même

TABLEAU II

Résumé des conditions de substrat dans le cours axial (sections 2 à 5) et dans les ruisseaux G et I. Nous avons regroupé certaines stations présentant des faciès semblables.

	Sections																			*Ruisseaux*						
	2					3		4										5		G					I	
Stations	1	2	3	4	5	1	2	(2-3)	(4-5)	7	(8-9)	10	(11-13)	14	15	(16-19)	20	(1-3)	4	1	(2-5)	a1	a2	b1	1	2
Courant (cm/s)																										
fort, > 100			+				+		+							+										
moyen	+				+	+		+		+		+		+	+			+		+	+	+			+	
lent, < 25		+		+							+		+				+		+				+	+		+
Substrat																										
blocs			+		+	+		+	+					+		+		+							+	
cailloux			+		+	+	+	+	+			+		+	+	+		+	+	+	+				+	
gravier	+		+		+		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	
sable	+			+				+		+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+				+
vase		+		+				+			+		+				+		+	+			+	+		+
Végétation																										
mousses			+			+	+	+	+			+		+		+									+	
fougères				+									+				+									
rubaniers	+							+		+	+															
Profondeur (cm)	15	30	20	50	20	30	15	20	20	30	40	20	40	20	15	15	40	35	15	15	15	10	15	15	15	30

sur une courte distance et le résumé de ces conditions apparaît au tableau II. On peut en gros distinguer quatre types de milieu: 1) des substrats de cailloux et de blocs dans un courant rapide et donc dans une zone à forte dénivellation (e.g. 2-3, 3-2, 4-4, 4-5, 4-16 à 4-19), 2) des substrats de blocs et de cailloux recouverts de mousses dans un courant faible ou moyen (e.g. 3-1, 4-2, 4-3, 4-10, 4-14, I-1), 3) des substrats de gravier et de sable à courant moyen et à végétation éparse de rubaniers (*Sparganium* spp.) (e.g. 2-1, 4-7, G-3 à G-5), et finalement 4) des fonds vaseux à courant très lent portant quelquefois des îlots de fougères (*Osmunda regalis* L.) (e.g. 2-2, 2-4, 4-8, 4-9, 4-11 à 4-13, Ga-2, I-2).

Résultats

LES ESPÈCES RÉCOLTÉES

La liste des 24 espèces récoltées est dressée au tableau III; huit espèces

TABLEAU III

Les espèces récoltées, leur importance et leur répartition géographique.

Espèces	*Nombre de mâles*	*Répartition connue*
TRIBU DES MACROPELOPIINI		
Sous-tribu des Macropelopiina		
1. *Macropelopia decedens* (Walker)	2	Nord-est
**2. *Psectrotanypus johnsoni* (Coquillet)	2	Est des USA
*3. *Natarsia baltimoreus* (Macquart)	32	Centre-nord
Sous-tribu des Procladiina		
*4. *Procladius (Psilotanypus) bellus* (Loew)	37	Centre-nord
*5. *Procladius (Procladius) freemani* Sublette	3	Pan-néarctique
6. *Procladius (Procladius) denticulatus* Sublette	53	Boréale
TRIBU DES PENTANEURINI		
7. *Thienemannimyia (Thienemannimyia) senata* (Walley)	19	Centre, Nord-est
**8. *Thienemannimyia (Rheopelopia) acra* Roback	93	Michigan
**9. *Thienemannimyia (Rheopelopia) paramaculipennis* Roback	2	Centre et Est
10. *Conchapelopia (Conchapelopia) goniodes* (Sublette)	13	Pan-néarctique
**11. *Conchapelopia (Conchapelopia) rurika* (Roback)	1222	Centre et Est
12. *Conchapelopia (Helopelopia) cornuticaudata* (Walley)	131	Est
13. *Conchapelopia (Helopelopia) pilicaudata* (Walley)	204	Nord-est
**14. *Conchapelopia (Mesopelopia) aleta* Roback	2800	Est des USA
**15. *Arctopelopia (Meropelopia) flavifrons* (Johannsen)	2331	USA
**16. *Arctopelopia (Meropelopia)* cf. *americana* (Fittkau)	631	Est
*17. *Larsia* cf. *pallens* (Coquillet)	1307	Pan-néarctique
18. *Zavrelimyia sinuosa* (Coquillet)	1205	Pan-néarctique
**19. *Trissopelopia ogemawi* Roback	470	N. E. des USA
*20. *Paramerina fragilis* (Walley)	380	Centre et Est
21. *Paramerina* sp.	250	—
*22. *Labrundinia pilosella* (Loew)	1516	Pan-néarctique
*23. *Nilotanypus fimbriatus* (Walker)	102	Pan-néarctique
24. *Ablabesmyia (Ablabesmyia) mallochi* (Walley)	1342	Centre et Est

Les espèces citées pour la première fois au Québec sont marquées (*).
Les nouvelles mentions canadiennes sont marquées (**).
L'ordre taxonomique est celui de Roback (1971).

s'avèrent être des additions à la faune canadienne et sept autres sont signalées pour la première fois au Québec.

Les spécimens correspondent généralement assez bien aux descriptions de Roback (1971), il y a cependant des différences à signaler chez certaines espèces.

Les spécimens identifiés comme *Thienemannimyia senata* portent une épine mésonotale évidente, une structure que Roback dit être absente dans tout ce genre.

Nos *T. acra* ressemblent à ceux décrits par Roback, mais portent une bande foncée sur la base des fémurs.

Notre matériel de *Conchapelopia rurika* présente des différences importantes dans la coloration et le développement des lobes du basistyle, et certains spécimens rappellent *C. dusena* Roback; il ne s'agirait toutefois que de variations individuelles reliés à l'âge des spécimens lors de la récolte (Oliver, comm. pers.).

Deux espèces ont été placées dans des catégories décrites par Roback, mais avec réserve, compte tenu de différences importantes. Nos *Arctopelopia* cf. *americana* portent une zone pilifère nette sur le 3e tarsomère de la patte mésothoracique, et c'est là un caractère que Roback exclut de sa définition des *Arctopelopia*. Les spécimens que nous avons désignés *Larsia* cf. *pallens* diffèrent de ceux décrits par Roback par une coloration très pâle de l'abdomen et des rapports LR différents (LR = leg ratio: rapport de la longueur du basitarsomère sur celle du tibia; LR I est égal à 0,68 chez nos spécimens, alors qu'il devrait être de 0,72 à 0,75).

Finalement des spécimens de *Paramerina* ne semblent correspondre à aucune des espèces actuellement décrites; ils se reconnaissent par un abdomen de *couleur foncée, des LR faibles* (LR I: 0,74, LR II: 0,81) et un éperon tibial métathoracique bordé d'un peigne de 8 épines; il pourrait s'agir d'une forme orientale de l'espèce *P. smithae* (Sublette) de l'Ouest des USA.

LA RÉPARTITION DES ESPÈCES

L'analyse de la répartition des espèces se fera à partir de graphiques d'abord sur le cours axial (fig. 2), puis dans les deux tributaires (fig. 3).

Les espèces du cours axial (fig. 2).

Vingt-deux des 24 espèces ont été retrouvées dans le ruisseau principal. Leurs densités et leurs répartitions varient cependant considérablement d'une station à l'autre. La figure 2 met en évidence quatre types de répartition.

— Les espèces ubiquistes: ce sont *C. rurika, C. aleta* et *Z. sinuosa* qui habitent pratiquement toutes les stations, quelle qu'en soit la physiographie.

— *A. flavifrons* représente un cas particulier; on ne le trouve guère que dans les zones d'eau rapide, et encore de préférence près de l'émissaire des lacs.

— Les 15 espèces suivantes sur la figure, du moins celles représentées par plusieurs spécimens, ne vivent que dans les zones à courant lent et à substrat fin; elles apparaissent aussi dans les stations d'émissaires de lacs. Ce type de répartition est particulièrement évident dans la section 4, où ces espèces se retrouvent spécifiquement à la sortie du lac 4 (4-2 et 4-3), puis dans la zone lente intermédiaire (4-8 à 4-15), et enfin à l'entrée du lac Tracy (4-20).

— Les trois dernières espèces, *T. acra, T. senata* et *Paramerina* sp., vivent presqu'exclusivement dans les stations d'aval et de façon prédominante dans la section 5.

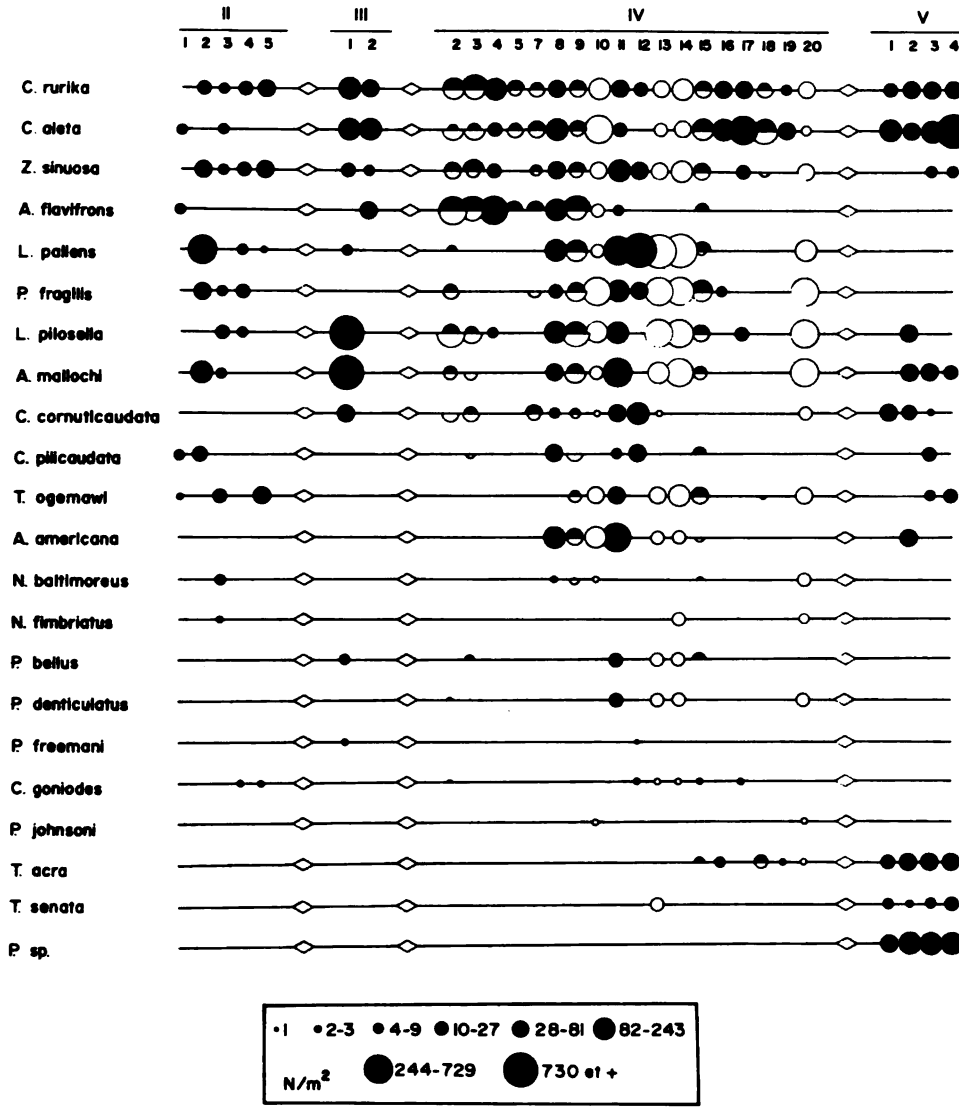


Figure 2. Répartition des Tanypodinae dans les stations du cours d'eau axial en 1972 (cercles noirs) et en 1973 (cercles blancs). La taille des cercles est proportionnelle au nombre de mâles récoltés pendant la saison par mètre carré de surface d'échantillonnage. Les losanges symbolisent les lacs.

Les espèces des tributaires (fig. 3)

Quinze espèces habitent le ruisseau G et 12 le ruisseau I; ces espèces, à l'exception de *M. decedens*, se retrouvent aussi dans le cours axial. Seules neuf des espèces sont cependant communes aux *deux tributaires*.

Les trois espèces ubiquistes du ruisseau principal sont encore ici communes et largement répandues, bien que *C. aleta* semble absent du ruisseau I.

A. flavifrons n'habite que le ruisseau G et s'y trouve surtout dans les stations de l'amont.

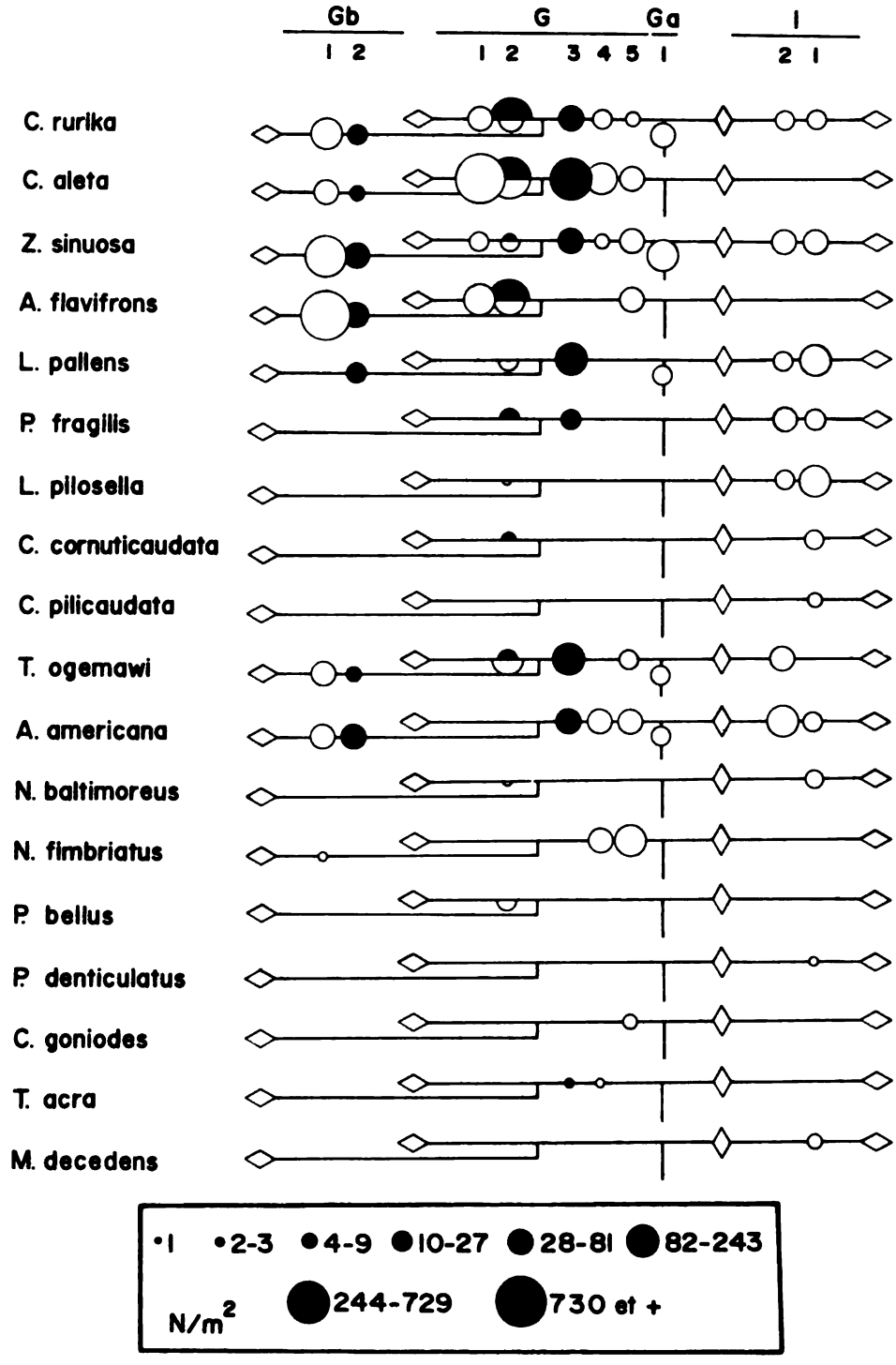


Figure 3. Répartition des Tanypodinae dans les stations des ruisseaux tributaires G et I en 1972 *(cercles noirs)* et en 1973 (cercles blancs). La taille des cercles est proportionnelle au nombre de *mâles récoltés pendant la saison* par mètre carré de surface d'échantillonnage. Les losanges symbolisent *les lacs.*

Les autres espèces ne montrent pas de patron de répartition bien défini, bien que la majorité des espèces semblent se situer dans les stations intermédiaires.

Les trois espèces caractéristiques de la zone aval du ruisseau principal sont complètement absentes des tributaires.

Discussion et conclusions

LA COMPOSITION DE LA FAUNE DE TANYPODINAE

L'étude taxonomique de notre matériel révèle l'existence de plusieurs imprécisions dans la systématique des espèces néarctiques; en fait, plusieurs d'entre elles n'ont été décrites que d'après quelques spécimens et l'étendue des variations intraspécifiques reste encore à préciser.

Le nombre d'espèces répertoriées (24) dans nos trois ruisseaux est particulièrement élevé; seul Lehmann (1971) semble en avoir trouvé plus (26) dans un même cours d'eau; son échantillonnage comprenait cependant le cours complet de quelque 220 kilomètres de la Fulda. Habituellement le nombre d'espèces est de 2 à 8 dans les ruisseaux des Îles Britanniques (Maitland 1966, Fahy et Murray 1973) et de 5 à 15 en Europe continentale (Lindegaard-Petersen 1972, Ringe 1974). En Amérique, il y a peu d'études permettant une comparaison; cependant Mackay (1969) a récolté 7 genres dans un ruisseau au sud du Québec.

La richesse des ruisseaux de Saint-Hippolyte s'explique probablement par l'inventaire exhaustif qui a mis en évidence plusieurs espèces rares, mais aussi par l'hétérogénéité des biotopes disponibles sur un parcours relativement court. De plus, les ruisseaux sont situés dans une région zoogéographique dans laquelle la faune des Tanypodinae est bien diversifiée.

La plupart des espèces possèdent une vaste répartition géographique et plusieurs sont transcontinentales et même pan-néarctiques (Roback 1971). Ces distributions étendues laissent présager une plasticité d'adaptation à des conditions variées et par là même une grande valence écologique.

La faune est nettement dominée par les Pentaneurini. Les Macropelopiini ne sont représentés que par certains spécimens épars de Macropelopiina; les Procladiina, qui sont essentiellement lacustres (Fittkau 1962, Roback 1971), n'apparaissent qu'accidentellement. En Europe, il est courant de trouver de fortes populations de *Psectrotanypus*, d'*Apsectrotanypus* et de *Macropelopia* (Lehmann 1971, Lindegaard-Petersen 1972). Les Pentaneurini, par contre, sont bien diversifiés, à l'exception des *Ablabesmyia*, dont une seule des nombreuses espèces locales a réussi à s'installer dans les ruisseaux. Les sept genres trouvés par Mackay (1969) dans le ruisseau du mont Saint-Hilaire étaient tous des Pentaneurini.

LA RÉPARTITION DES ESPÈCES

L'existence des quatre types de répartition décrits plus haut ne pose guère de doute. Les résultats obtenus dans les tributaires viennent confirmer les observations faites dans le cours axial.

Trois des espèces, dites ubiquistes, peuvent se développer dans pratiquement tous les biotopes inventoriés et font preuve d'une remarquable capacité d'adaptation écologique. Lehmann (1971) a trouvé une seule espèce de ce type dans la Fulda et il est intéressant de noter qu'il s'agit d'une espèce de *Conchapelopia (C. melanops (Wiedemann))*. De plus, *Zavrelimyia nubila* (Meigen) d'Europe est une espèce eurytherme à large valence écologique (Fittkau 1962).

Le cas d'*Arctopelopia flavifrons* est particulièrement intéressant; il est en effet rare de trouver un Tanypodinae associé aux zones d'eau rapide. Lehmann (1971) signale plusieurs espèces habitant le rhithron de la Fulda, mais ne précise pas l'habitat précis de ces insectes; il est donc impossible de savoir si elles habitent les zones rapides elles-mêmes, ou les fonds boueux adjacents.

Il semble exister une réelle exclusion par compétition entre *A. flavifrons* et l'espèce parente *A. americana*: la première vit surtout dans les zones d'amont en eau rapide, alors que la seconde préfère les eaux plus calmes plus en aval des sorties de lacs. De plus, Cloutier et Harper (1978) ont montré que lorsque les deux espèces cohabitent, elles modifient leur cycle biologique de façon à ne pas arriver à maturité à la même époque.

La majorité des espèces habitant les fonds vaseux et sablonneux en eau calme correspondent bien à la conception classique de la répartition des Tanypodinae. Certaines appartiennent à des genres à prédominance lacustres (*Ablabesmyia* spp. et *Procladius* spp.); de toute évidence, une minorité d'espèces s'adaptent aux eaux courantes plus calmes; elles se retrouvent aussi à la sortie des lacs où elles sont sans doute entraînées par dérive. Lehmann (1971) a observé le même phénomène.

Les autres espèces appartiennent à des genres (*Larsia, Nilotanypus, Thienemannimyia (Thienemannimyia), Trissopelopia* et *Labrundinia)* associés, au moins en Europe, à des ruisseaux bien oxygénés, mais sur des substrats à particules fines ou couverts de végétation. Pour ce qui est des espèces nord-américaines, il existe encore trop peu d'information pour savoir si ces généralisations sont valables; nos résultats semblent cependant aller dans le même sens que les observations des auteurs européens.

Les trois espèces restreintes aux zones d'aval appartiennent à des groupes (*Paramerina, Thienemannimyia (Rheopelopia)*), dont le premier contient des espèces vivant dans des milieux divers et le second est caractéristique du potamon, la zone aval des cours d'eau (Fittkau 1962).

LES PRINCIPALES ASSOCIATIONS

On peut aussi définir les communautés majeures de Tanypodinae habitant les biotopes inventoriés.

— Les zones les plus rapides (3-2, 4-4 à 4-7 et 4-16 à 4-19) sont les moins diversifiées; on y trouve les trois espèces ubiquistes, plus *A. flavifrons* dans les stations d'amont, et à l'occasion des spécimens épars des autres espèces.

— Les zones lentes contiennent, en plus des espèces ubiquistes, une grande gamme d'espèces caractéristiques; ce sont donc les milieux les plus diversifiés. On y trouve aussi des représentants des groupes lacustres.

— Les zones d'aval, particulièrement la section 5 du cours axial, possèdent une faune particulière; la présence de ces espèces est peut-être liée à une augmentation du débit dans les stations de l'aval (la section 5 est un ruisseau de 3e ordre, alors que les autres sections du cours principal dont des ruisseaux de 2e ordre). Il y a donc une succession des espèces de l'amont vers l'aval; notons entre autres le remplacement de *Paramerina fragilis* par *Paramerina* sp. La poursuite de l'échantillonnage vers les régions plus en aval de la rivière mettrait sans doute en évidence la continuation de ce phénomène de zonation de la faune.

Remerciements

Ce travail a été rendu possible grâce à l'aide financière du Conseil national de recherches du Canada (subvention à P.P.H.) et du Ministère de

l'éducation du Québec (bourse à L.C.). Daniel Roy, Marie-Cécile Tarrissants et Christian Back ont participé aux récoltes. Le Dr. D. S. Oliver de l'Institut de recherches biosystématiques (Ottawa) a bien voulu vérifier nos déterminations.

Références

BEIRNE, B. P., 1955. Collecting, preparing and preserving insects. — Canada Dept. Agr., Entomol. Div., Sci. Serv., 932: 1-133.

BOESEL, M. W., 1974. Observations on the Coelotanypodini of the northeastern states with keys to the known stages (Diptera; Chironomidae; Tanypodinae). — J. Kans. Entomol. Soc., 47: 417-432.

CLOUTIER, L. et P. P. HARPER, 1978. Phénologie de Tanypodinae de ruisseaux des Laurentides (Diptera; Chironomidae). — Can. J. Zool., 56: 1129-1139.

FAHY, E. and D. A. MURRAY, 1972. Chironomidae from a small river system in Western Ireland with a discussion on species composition of the group (Dipt.). — Entomol. Tidskr., 93: 148-155.

FITTKAU, E. J., 1962. Die Tanypodinae. — Abhand. Larvalsyst. Insekt., 6: 1-453.

FROMMER, S. I. and J. E. SUBLETTE, 1971. The Chironomidae (Diptera) of the Philip L. Boyd Deep Canyon Desert Research Center, Riverside Co., California. — Can. Entomol., 103: 414-423.

GAGNON, R., 1975. Flore de la Station de biologie de l'Université de Montréal. — Mémoire de M. Sc., Université de Montréal.

HARPER, F. et E. MAGNIN, 1971. Émergence saisonnière de quelques Éphéméroptères d'un ruisseau des Laurentides. — Can. J. Zool., 49: 1209-1221.

HARPER, P. P., 1978. Variations in the production of emerging insects from a Québec stream. — Verh. Internat. Verein. Limnol., 20: 1317-1323. (sous presse)

LEHMANN, J., 1971. Die Chironomiden der Fulda. — Arch. Hydrobiol., Suppl., 37: 466-555.

LINDEGAARD-PETERSEN, C., 1972. An ecological investigation of the Chironomidae (Diptera) from a Danish lowland stream (Linding A). — Arch. Hydrobiol., 33: 465-507.

MACKAY, R. J., 1969. Aquatic insect communities of a small stream on Mont St. Hilaire, Québec. — J. Fish. Res. Bd Can., 26: 1157-1183.

MAITLAND, P. S., 1966. Studies on Loch Lomond, II. The fauna of the River Endrick. — Blackie & Sons Ltd., Glasgow, 194 p.

NISBET, m. et J. VERNEAUX, 1970. Composantes chimiques des eaux douces. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. — Ann. Limnol., 6: 161-190.

OLIVER, D. S., 1971. Life history of the Chironomidae. — Annu. Rev. Entomol., 16: 211-230.

RINGE, F., 1974. Chironomiden-Emergenz 1970 in Breitenbach und Rohrwiesenbach. — Arch. Hydrobiol., Suppl., 45: 212-304.

ROBACK, S. S., 1971. The subfamilly Tanypodinae in North America. — Monogr. Acad. Nat. Sci. Phila., 17: 1-410.

ROBACK, S. S., 1976. The immature chironomids of the eastern United States. I. Introduction and Tanypodinae-Coelotanypodini. — Proc. Acad. Nat. Sci. Phila., 127 (14): 147-201.

SAETHER, O. A., 1970. Chironomids and other invertebrates from North Boulder Creek, Colorado. — Univ. Colo. Stud., Biol. Ser., 31: 59-114.

SCHLEE, D., 1966. Präparation und Ermittlung von Messerwerten an Chironomidae (Diptera). — Gewässer Abwässer, 41-42: 169-193.

THIENEMANN, A., 1954. *Chironomus*. Leben, Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung der Chironomiden. — Die Binnengewässer, 20: 1-834.

Naturaliste can., 105: 137-158 (1978).

NICHES ET ASSOCIATIONS DE POISSONS DES LACS DE LA RADISSONIE QUÉBÉCOISE[1]

Pierre LEGENDRE et Annette BEAUVAIS

Centre de recherche en sciences de l'environnement
Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Montréal H3C 3P8.

Résumé

Les données de pêche à 378 stations de lacs, dans le nord-ouest du Québec, ont été comparées aux descripteurs du milieu, à l'aide de tableaux de contingence et de corrélations partielles. Ceci a permis d'établir la répartition et la niche des principales espèces de poissons des lacs de ce territoire. D'autre part, une mesure probabiliste de la cooccurrence des espèces, suivie d'un groupement à liens complets, a permis de déterminer cinq associations d'espèces. Quatre d'entre elles peuvent être interprétées écologiquement. Enfin, les mesures de régularité de la distribution de fréquence des espèces à chaque station montrent un gradient entre les basses terres près de la baie de James, où l'activité biologique est plus élevée, et les plateaux de l'intérieur qui représentent un milieu plus stable et moins productif.

Abstract

Fishing data from 378 sites, from lakes in northwestern Québec, were comparad to environmental descriptors through contingency table analyses and partial correlation coefficients, in order to establish the distribution and the niche of the main fish species in those lakes. On the other hand, a probabilistic measure of species co-occurrence, followed by complete linkage clustering, made it possible to describe five associations of species, four of which are amenable to ecological interpretation. Finally, measures of evenness (equitability) of the frequency distribution of species at the various sites show a gradient between the low land area nearer James Bay, where biological activity is higher, and the inland plateaus which represent a more stable and less productive environment.

Introduction

Des projets hydroélectriques de grande envergure, réalisés par la Société d'Énergie de la Baie James (SEBJ), sont en voie de modifier de façon importante la physionomie de la Radissonie québécoise, dans le nord-ouest du Québec. Ce territoire de 410 000 km² (fig. 1) comprend l'ensemble des terres qui, du côté québécois, appartiennent (ou appartiendront, à la suite des travaux) au bassin de drainage de la baie de James (Laverdière, 1969). La baie de James forme l'extrémité sud de la baie ou mer d'Hudson. En particulier, des aménagements de diverses natures toucheront les lacs de ce territoire: aménagements en vue de les intégrer au réseau hydroélectrique ou dans le but de les rendre accessibles à des fins récréatives.

Une masse importante de données ont été recueillies sur ce territoire depuis 1973 afin d'arriver à définir l'écologie particulière de cette région. Entre autres, une quantité appréciable d'infor-

[1] Cette étude a été financée par et réalisée pour le compte de la Société d'Énergie de la Baie James.

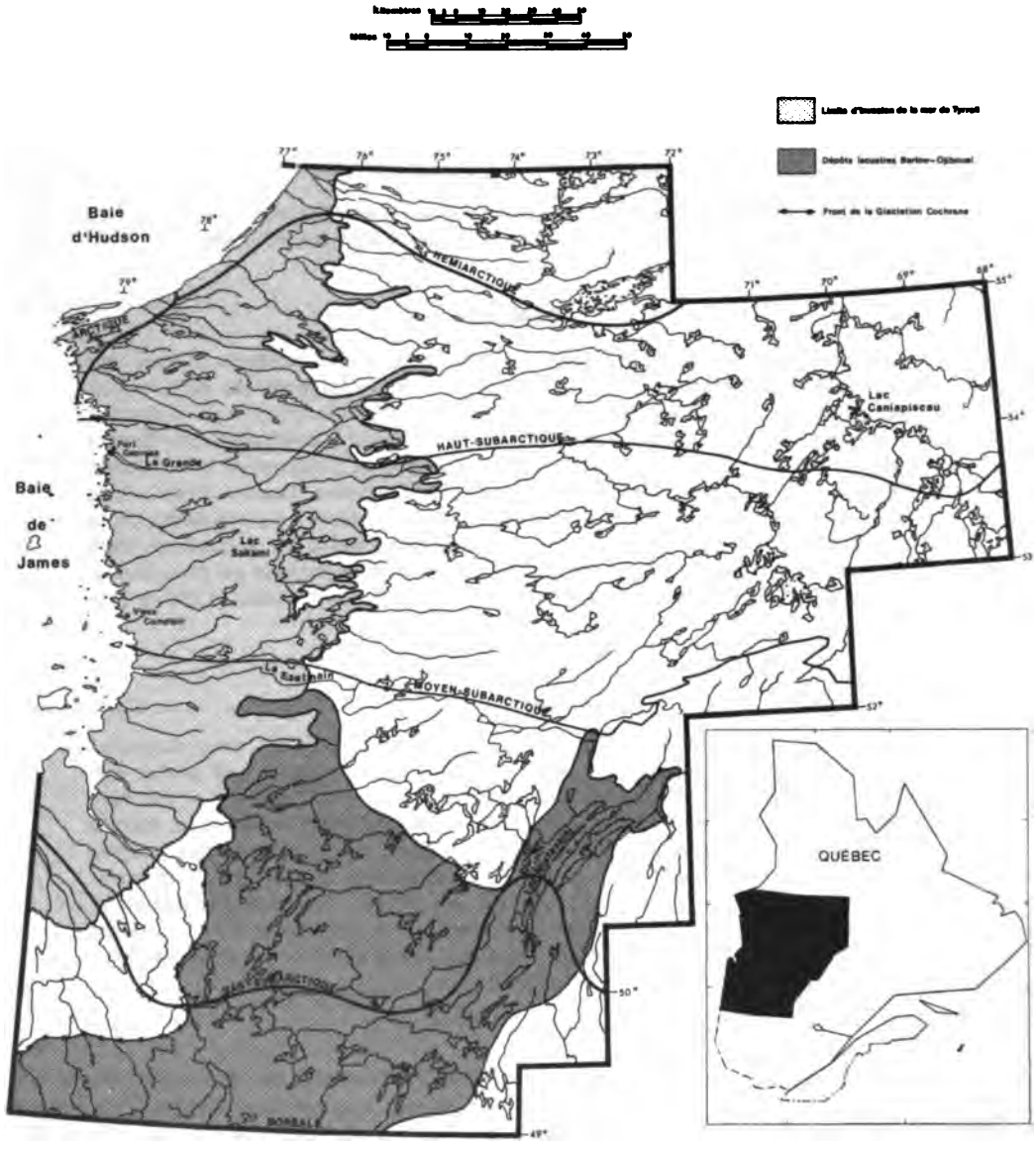


Figure 1. Carte de la Radissonie québécoise montrant les zones bioclimatiques (Zarnovican *et al.*, 1976) et les limites post-glaciaires de la mer de Tyrrell et du lac Barlow-Ojibouai.

mation est maintenant disponible sur les poissons de ce territoire et le milieu où ils vivent. Cette information a déjà été colligée par Magnin (1977) sous la forme de cartes de distribution des différentes espèces du territoire. La pré*ente* étude cherche plutôt à déterminer *rtains facteurs écologiques* qui expliquent la répartition de quelques-unes des 29 espèces de poissons capturées depuis 1973 par les équipes d'inventaire écologique de la SEBJ dans les lacs de la Radissonie québécoise, afin de fournir au planificateur des données synthétiques de base qui lui serviront dans l'aménagement et la gestion du

territoire. Elle est basée sur les données disponibles à la SEBJ ainsi qu'à la Société de Développement de la Baie James (SDBJ): données de pêche de poissons, données physico-chimiques des lacs, descripteurs du milieu tirés de la carte écologique du territoire. Cette étude s'attache en particulier à décrire la niche des différentes espèces ainsi que les associations qu'elles forment entre elles. Certains facteurs géographiques contrôlant leur répartition seront aussi étudiés. La régularité de la distribution des espèces sert enfin, en tant que paramètre biotique synthétique, à qualifier le gradient principal de ce territoire.

Le présent travail tente donc d'employer des données d'inventaire écologique général, récoltées dans des buts divers mais autres que celui poursuivi ici, pour cerner l'écologie des poissons d'un territoire. Quoiqu'il soit toujours plus intéressant d'analyser des données récoltées aux fins de l'analyse proposée, l'écologiste ne doit pas négliger le fait que les problèmes d'aménagement du territoire doivent souvent être résolus rapidement, ce qui oblige le planificateur à avoir recours à des données déjà accumulées dans ces banques de données écologiques générales qui ont été mises sur pied, au cours des dernières années, entre autres en Amérique du Nord et en Europe: il est temps de développer des méthodes d'analyse de ces banques de données, sous peine de voir l'écologiste exclu des prises de décision d'aménagement, alors qu'il lui est possible d'utiliser une fraction importante de ces données, récoltées à grands frais, aux fins de l'analyse écologique multidimensionnelle, sans pour autant avoir à en surestimer la qualité. Le présent article se veut donc aussi une contribution méthodologique à l'analyse conjointe de données tirées de fichiers disparates.

Matériel

De 1973 à 1976, un grand nombre de stations de lac ont été échantillonnées par les équipes de la SEBJ, dans différents bassins hydrographiques de la Radissonie québécoise. Les bassins touchés par le présent travail sont présentés au tableau I et à la figure 2. Pour 378 des stations de lac échantillonnées, on retrouve, dans la banque de données

TABLEAU I

Régions (descripteur 1) où des lacs ont été échantillonnés pour les poissons par la SEBJ, de 1973 à 1976.

Code de la région (ou bassin hydrographique) dans la banque.	*Nom du bassin*	*Nombre de stations d'échantillonnage*
BL	Rivière Bell	1
CA	Lac Caniapiscau	54
CE	Canyon Eaton	1
C2	Nouveau-Comptoir	23
C4	Manitounuk	1
EM	Rivière Eastmain (embouchure)	26
ES	Rivière Eastmain (tête)	3
GB	Grande Rivière de la Baleine	3
G1	Réservoir LG1	1
G2	Réservoir LG2	88
G3	Réservoir LG3	60
G4	Réservoir LG4	23
KA	Rivière Kanaaupscow	3
LA	Rivière Laforge	14
MA	Lac Matagami	6
MI	Lac Mistassini	11
NI	Lac Nichicun	3
PB	Petite Rivière de la Baleine	1
PO	Rivière de Pontois	4
RP	Rupert-La Marte	3
RU	Rivière Rupert (embouchure)	2
SB	Secteur de base (Lac Nathalie)	29
SK	Lac Sakami	15
XM	Exutoire de Mistassini	3
24	(total)	378

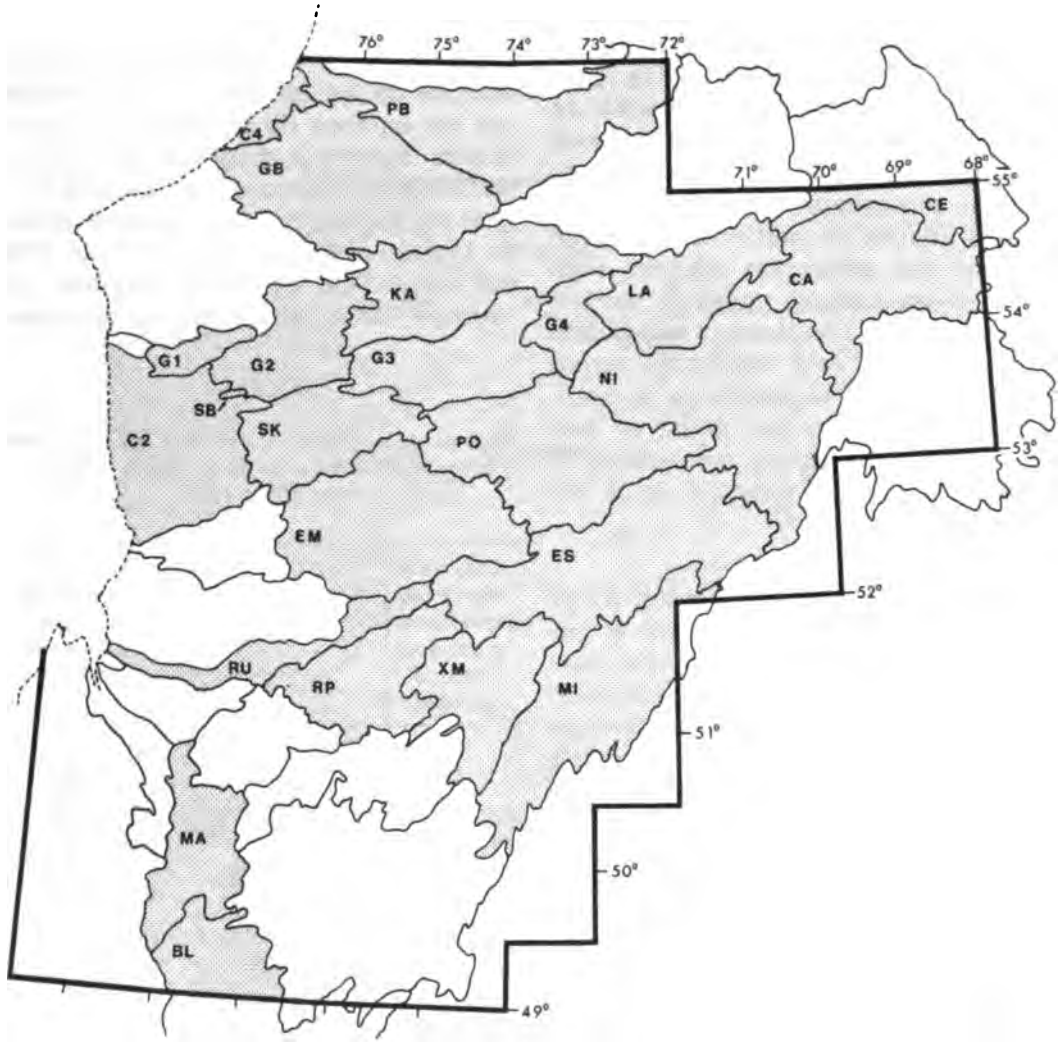


Figure 2. Carte de la Radissonie québécoise montrant les régions ou bassins hydrographiques, identifiés par leur code (voir tableau I). Les régions ombrées sont celles d'où proviennent les pêches de la préesnte étude.

informatisée de la SEBJ, des données de capture des poissons qualifiées par le type d'engin de pêche, l'heure et la durée de la pêche. Pour ces 378 stations (totalisant 299 lacs) la banque a aussi fourni les descripteurs du milieu physique énumérés dans la première partie du tableau II, tableau qui mentionne aussi le pourcentage des stations pour lesquelles l'information est disponible. Tous ces descripteurs, sauf la superficie du lac, ont été mesurés à la station elle-même et ne sont donc pas nécessairement représentatifs du lac au complet. Quand des profondeurs moyennes et maxima différentes correspondaient à différentes stations d'un même lac, les plus grandes valeurs étaient retenues comme profondeurs moyenne et maximum du lac pour toutes les stations de ce lac.

Le territoire de la Radissonie québécoise a été inventorié au complet, depuis 1973, par les équipes d'écologistes de la Section des Études Écolo-

TABLEAU II

Descripteurs du milieu physique (partie supérieure) et des systèmes écologiques (partie inférieure) tirés des banques de données de la SEBJ et de la SDBJ, respectivement. Ces descripteurs sont détaillés au tableau III.

Descripteurs	*Pourcentage des stations pour lesquelles l'information est disponible.*
Coordonnées Mercator	100
1) Altitude (m)	100
2) Profondeur moyenne (m)	67
3) Profondeur maximum (m)	67
4) Superficie du lac (km^2)	67
5) Transparence de l'eau (Secchi : m)	51
6) Conductance spécifique (μS)	50
7) pH de l'eau	49
8) Oxygène dissous (1 m sous la surface : mg/l)	41
9) Relief	95
10) Épaisseur des matériaux meubles	95
11 et 12) Nature des matériaux géologiques du système (dominant et sous-dominant)	95
13) Catégorie d'écosystème aquatique	95
14) Abondance de ruisseaux	95
15) Abondance d'habitats ripicoles	87
16) Système de drainage	85
17) Découpage de la rive	85
18) Pente de la baie	85
19) Pente des rives	85
20 et 21) Nature des matériaux géologiques des rives (dominant et sous-dominant)	85

giques Régionales (SEER) d'Environnement Canada. Le territoire a été divisé en environ 40,000 unités de territoire ou «cellules écologiques», chaque cellule formant l'intersection d'un écosystème terrestre et d'un écosystème aquatique (Legendre et Gagnon, 1977), de telle sorte qu'à chaque cellule correspondent les descripteurs de son écosystème terrestre et les descripteurs de *son écosystème* aquatique (tableau II, partie du bas). Ces données sont réunies dans la banque de données informatisée de la SDBJ qui a permis d'en retirer, au moyen d'une requête, un fichier de données des cellules écologiques qui correspondait à la liste des stations de lac de la présente étude. La cellule écologique à laquelle appartient chaque station de lac avait été déterminée au préalable au moyen du mercator de la station.

Toutes les données du milieu ont été réunies en un seul fichier, dans lequel les 378 stations de lac étaient décrites par 24 descripteurs (les 21 descripteurs numérotés du tableau II et les trois descripteurs du tableau IV). Le tableau III présente les codes utilisés au cours de l'analyse pour les descripteurs 9 à 21, afin de rendre explicites les descriptions de la niche des différentes espèces aux tableaux V à VIII.

Pour la plupart des 299 lacs de la présente étude, on ne trouve dans la banque de données de la SEBJ que les résultats d'une seule pêche. Seulement 25 de ces lacs ont été échantillonnés à plus d'une station, alors que le lac Sakami, qui compte le plus grand nombre de stations d'échantillonnage, en a 10. Par contre, certaines stations de lacs ont servi à des études détaillées, l'une d'elles ayant connu 50 pêches dans la période sous étude.

La plupart des résultats ci-dessous ont été obtenus à partir d'un fichier de données de présence de 29 espèces de poissons, dont on trouvera les noms français et latins à la section des résultats intitulée «Associations d'espèces». Ce fichier a été assemblé en relevant les espèces rencontrées à une station, sans tenir compte du nombre d'individus capturés, ni de l'engin de pêche utilisé, ni du nombre de pêches effectuées. 16 de ces espèces ont été capturées à plus de 15 stations de lacs. Aux stations où il y avait eu plus d'une

pêche, les mêmes espèces réapparaissaient avec beaucoup de régularité, ce qui a permis de croire que le fichier de données, colligé de cette façon, était analysable.

Le fichier des données d'abondance des espèces de poissons n'a pu être constitué aussi facilement. En effet, une quarantaine d'engins de pêche différents ont été utilisés par la SEBJ entre 1973 et 1976, du tramail jusqu'au filet troubleau en passant par la canne à pêche. Pour établir les abondances relatives des différentes espèces dans les différents lacs du territoire, il fallait d'abord sélectionner un de ces engins de pêche: c'est le filet multifilament expérimental à mailles (étirées) de 2,5 à 10,2 cm qui a été retenu, car c'est celui qui a été utilisé le plus souvent (environ 40% des pêches) et qui a fourni de loin le plus grand nombre de captures pour la majorité des espèces, et ce dans le plus grand nombre de stations. Ce filet d'une hauteur de 1,8 m, composé de 6 filets de 30 m attachés bout à bout, était tendu au fond du lac, la plupart du temps à partir de la rive. Le fichier de données d'abondance des poissons a donc porté sur 238 stations et 14 espèces, soit celles qui avaient été capturées au moins deux fois par ce filet. Les données consistaient en des rendements de pêche, soit le nombre de specimens qui auraient été capturés si le filet avait pêché 24 heures ($R = 24n/h$ où n est le nombre de spécimens capturés et h le nombre d'heures de pêche). Dans les cas de pêches multiples à une même station, c'est la moyenne des rendements R des différentes pêches qui constitue la donnée au fichier pour chaque espèce.

TABLEAU III Descriptions des descripteurs 9 à 21 du tableau II.

9) Relief
F — plat
U — ondulé
R — moutonné
H — montueux
M — montagneux

11) Nature des matériaux géologiques de surface (dominants)
12) Matériaux de surface (sous-dominants)
20) Matériaux des rives (dominants)
21) Matériaux des rives (sous-dominants)
0 — roche en place
1 — till
2 — sédiments fluviaux-glaciaires
3 — sédiments deltaïques
4 — sédiments fluviatiles ou glacio-lacustres
5 — sédiments marins ou littoraux
6 — sédiments littoraux

10) Épaisseur des matériaux meubles (dominants et sous-dominants)
1 — épais
2 — épais et mince
3 — épais et affleurements
4 — mince et épais
5 — mince
6 — mince et affleurements
7 — affleurements et épais
8 — affleurements et mince
9 — affleurements

13) Catégorie d'écosystème aquatique
A — moins de 5% d'eau
B — 5 à 15% d'eau
C — plus de 15% d'eau
F — 2.5 km² < lacs < 5 km²
G — 5 km² < lacs < 10 km²
N — 10 km² < lacs < 25 km²
R — lacs > 25 km²
I — bord de grande rivière

14) Abondance de ruisseaux
15) Abondance d'habitats ripicoles
1 — absent ou très peu
2 — peu
3 — moyen
4 — beaucoup

17) Découpage de la rive
1 — régulier
2 — irrégulier
3 — très irrégulier

19) Pente des rives (dominance, sous-dominance)
1 — douce
2 — douce, modérée
3 — douce, abrupte
4 — modérée, douce
5 — modérée
6 — modérée, abrupte
7 — abrupte, douce
8 — abrupte, modérée
9 — abrupte

16) Système de drainage
1 — ouvert, profond
2 — ouvert, peu profond
3 — ouvert, tourbeux
4 — restreint, profond
5 — restreint, peu profond
6 — restreint, tourbeux
7 — fermé, profond
8 — fermé, peu profond
9 — fermé, tourbeux

18) Pente de la baie
1 — douce
2 — modérée
3 — abrupte

Une étude de ces données d'abondance (Beauvais et Legendre, 1977) a cependant démontré que le rendement du filet n'était pas une fonction linéaire du temps de pêche. Ce phénomène semble être lié à plusieurs causes, dont les deux suivantes: 1) il semble que les principales espèces étudiées soient plutôt territoriales dans les lacs, de sorte qu'aussitôt le filet posé, on capture les spécimens qui se trouvent sur les lieux, si bien que dans les heures qui suivent, il n'y a presque rien d'autre à pêcher; 2) de plus, il est probable que les premiers spécimens capturés, surtout lorsqu'ils sont de taille importante, rendent très vite le filet inopérant en le faisant s'enrouler sur lui-même. Le résultat en est donc que les données d'abondance calculées tel que décrit ci-haut ont une valeur absolue très limitée. Elles ne seront donc utilisées ci-dessous que pour calculer la régularité de la distribution des espèces.

Méthodes

ÉTUDE DE LA RÉGULARITÉ

La diversité des espèces d'une communauté est un paramètre biotique synthétique qui peut être mis en relation avec d'autres propriétés de ces communautés ainsi qu'avec divers descripteurs du milieu auquel chaque communauté est exposée. La diversité, ainsi que ses composantes, peuvent être mesurées de diverses façons. Ces mesures ont été revues entre autres par Pielou (1969), Hendrickson et Ehrlich (1971), Huribert (1971) et plus récemment par Legendre et Legendre (1978b).

La diversité peut être mesurée par la formule de Shannon (1948):

$$H = -\Sigma p_i \log p_i$$

où les p_i sont les fréquences relatives, ou probabilités, des différentes espèces i rencontrées dans l'échantillon dont on désire connaître la diversité, pour un groupe d'*espèces ou taxon* donné (ici: les poissons). Cette mesure de la diversité n'est influencée ni par le nombre de pêches, ni par la durée de la pêche, puisqu'elle est calculée à partir des fréquences relatives des différentes espèces. Elle varie cependant en fonction du nombre d'espèces, une donnée plutôt incertaine dans le fichier des abondances, qui ne contient que les données de pêche au filet expérimental multifilament. Ce filet pêchait assez mal les plus petites espèces, ainsi que des espèces de taille plus grande comme la lotte. (Ce problème est grandement atténué dans le fichier des présences-absences, puisque le filet expérimental multifilament ne compte que pour 40% environ des données qui y sont rassemblées). Par conséquent, il convient de comparer plutôt les stations d'échantillonnage de la présente analyse à l'aide d'une mesure indépendante du nombre d'espèces.

Tel que suggéré d'abord par Margalef (1958), Lloyd et Ghelardi ont proposé en 1964 une mesure de la *régularité* de la distribution de fréquence des espèces, qui ne rend compte que de la forme de la courbe décroissante des abondances des espèces, en éliminant l'effet du nombre d'espèces. Cette mesure, entre 0 et 1, se calcule par la formule

$$R = H/H_{max} = H/\log n$$

où $H_{max} = \log n$ représente la diversité maximum que l'on pourrait obtenir avec un échantillon de n espèces équiprobables. Cette mesure, mieux adaptée aux présentes données d'abondance relative, a été employée comme base de comparaison des échantillons afin de dégager le gradient principal de l'ensemble des stations de lac sous étude.

ÉTUDE DES RÉPARTITIONS ET DES NICHES

Le concept de niche auquel réfère le présent travail est la niche fondamentale d'Hutchinson (1957). Celle-ci est définie comme l'hypercube où l'on

rencontre des individus d'une espèce dans l'espace multidimensionnel des conditions du milieu, mais à l'exclusion des axes géographiques qui décrivent, eux, la répartition de l'espèce.

La méthode d'analyse suivante rend opérationnel ce concept de niche: elle consiste à déterminer, pour chaque descripteur du milieu que l'on désire considérer dans la définition de la niche, quel est l'intervalle ou le sous-ensemble de ses descriptions qui «favorise» la présence de l'espèce. La présence ou l'absence de chaque espèce est comparée à chaque descripteur du milieu, tour à tour, dans des tableaux de contingence. Les lignes de ces tableaux rectangulaires correspondent aux différentes descriptions du descripteur à analyser et ils comportent deux colonnes, l'une pour les présences et l'autre pour les absences de l'espèce. Chaque case du tableau correspond donc à une description pour le descripteur de présence-absence et à une description pour le descripteur de la niche, et on y écrit le nombre d'échantillons qui présentent simultanément ces deux descriptions. On dit qu'une description «favorise» la présence d'une espèce lorsque cette espèce y est présente plus souvent que l'on pourrait s'y attendre si l'espèce était distribuée au hasard dans les différentes descriptions de ce descripteur. La méthode d'analyse de tableaux de contingence en termes de probabilités conditionnelles est explicitée plus en détail dans Legendre & Legendre (1978b), de même que les statistiques que l'on peut calculer sur les tableaux de contingence.

Comme analyse complémentaire, des corrélations partielles non paramétriques ont été calculées entre, d'une part les présences-absences de chaque espèce, d'autre part l'ensemble des descripteurs ordonnés du milieu. Les corrélations partielles permettent de dégager la relation qui existe entre deux descripteurs donnés (ici, l'espèce d'une part et l'un des descripteurs du milieu d'autre part), tout en retranchant l'influence que pourraient avoir les autres descripteurs du milieu sur cette corrélation. Les corrélations non-paramétriques de Kendall permettent de mesurer les relations entre des descripteurs qui, tout en étant ordonnés, ne sont pas nécessairement métriques ou en relation linéaire. Elles peuvent aussi être combinées dans un calcul de corrélations partielles; ces corrélations partielles ne peuvent malheureusement pas être testées pour leur significativité (Kendall, 1948). 10 descripteurs continus, divisés en classes ordonnées, ont été inclus dans ce calcul et comparés à la présence ou l'absence de chaque espèce.

ÉTUDE DES ASSOCIATIONS D'ESPÈCES

Différents concepts d'associations d'espèces ont cours dans la littérature écologique. Plusieurs de ces concepts ont été revus par Southwood (1966) dans le cadre des études sur les insectes ainsi que par Legendre et Legendre (1978a) dans le cadre des études sur le phytoplancton. Puisque les données les plus certaines de la présente étude sont celles de présence des espèces, un concept d'association basé sur la cooccurrence des espèces, plutôt que sur leur corrélation ou autre mesure de dépendance quantitative, semble approprié.

La méthode employée, due à Krylov (1968), consiste d'abord à déterminer, pour toutes les paires d'espèces à tour de rôle, la probabilité associée au χ^2 d'un tableau de contingence 2×2 des présences-absences, que ces deux espèces soient distribuées de façon indépendante dans les différents échantillons. Le calcul de χ^2 effectué comprend la correction pour continuité. La probabilité associée à la valeur de χ^2 est

ec 1 degré de liberté. Par ail-
squ'on n'est intéressé qu'aux
ns positives entre espèces,
commande d'attribuer une
é d'indépendance de 1 à deux
our lesquelles l'espérance de
ence est plus grande ou égale
ence de co-occurrence obser-
robabilités obtenues sont des
ntre 0 et 1, et elles se rappro-
0 quand deux espèces sont
bien qu'un seuil de significa-
r exemple $p \leq .05$, peut être
comme base probabiliste de
des associations d'espèces.
de cette valeur (ou de toute
aura été choisie), les espèces
sidérées comme liées de façon
ive et le complément de la pro-
i-dessus peut être retenu com-
ure de similarité entre espè-
la suite du calcul des associa-
$= 1 - p$, $0 \leq S \leq 1$).

robabilités de co-occurrence
s, ainsi calculées, peuvent être
es en une matrice $n \times n$ de
s entre les n espèces de pois-
ylov recommande d'appliquer à
trice une méthode de groupe-
iens complets, pour un seuil de
probabiliste donné (par exem-
0,95). Des groupes indépen-
au moins trois espèces, complè-
nterreliées au niveau de simila-
isi, peuvent alors être définis
associations d'espèces, à l'aide
les de décision suivantes : 1)
ux partitions possibles des espè-
choisit d'abord de former des
contenant le plus grand nom-
sible d'espèces ; 2) entre plu-
roupes non-indépendants qui
ent le même nombre d'espèces,
sit la partition qui permet de
er le nombre de groupes indé-
s ; 3) si les critères précédents
ettent pas de trancher et lais-
choix entre l'une ou l'autre de
èces, on inclut dans le groupe
celle qui a moins d'affinité avec l'ensemble des autres espèces et qui appartient donc à ce groupe de façon plus exclusive. Les deux premiers critères sont dus à Fager (1957) alors que le troisième a été suggéré par Krylov (1968).

Après avoir reconnu, par cette méthode, des groupes indépendants d'espèces complètement interreliées, on peut finalement associer les espèces restantes, par groupement à liens simples, à un ou plusieurs des groupes formés (Venrick, 1971, par référence au programme d'ordinateur de Fager). Ces espèces «satellites» n'ont pas à être associées à tous les membres de l'association et, d'autre part, elles peuvent être des satellites de plusieurs associations. Les associations d'espèces décrites de cette façon rendent mieux compte de la complexité d'organisation des communautés biologiques.

Pour la présente étude d'associations de poissons, la méthode de Fager-Krylov-Venrick exposée ci-dessus produisait, au niveau $S = 1 - p \geq 0{,}95$, trop de groupes d'espèces équivalents pour qu'il soit possible de choisir entre eux. Le niveau de similarité de $S \geq 0{,}989$ a été choisi comme représentant un niveau intéressant et interprétable de groupement d'espèces. Les groupes à liens complets ainsi obtenus ont été représentés sur une projection des points-espèces dans l'espace factoriel des deux premières coordonnées principales (Gower, 1966), calculées à partir de la matrice de similarité entre espèces, tel que recommandé par Legendre (1976) (voir fig. 3 à la section des résultats).

Résultats et discussion

RÉGULARITÉ

Les mesures de régularité de la distribution de fréquence des espèces de

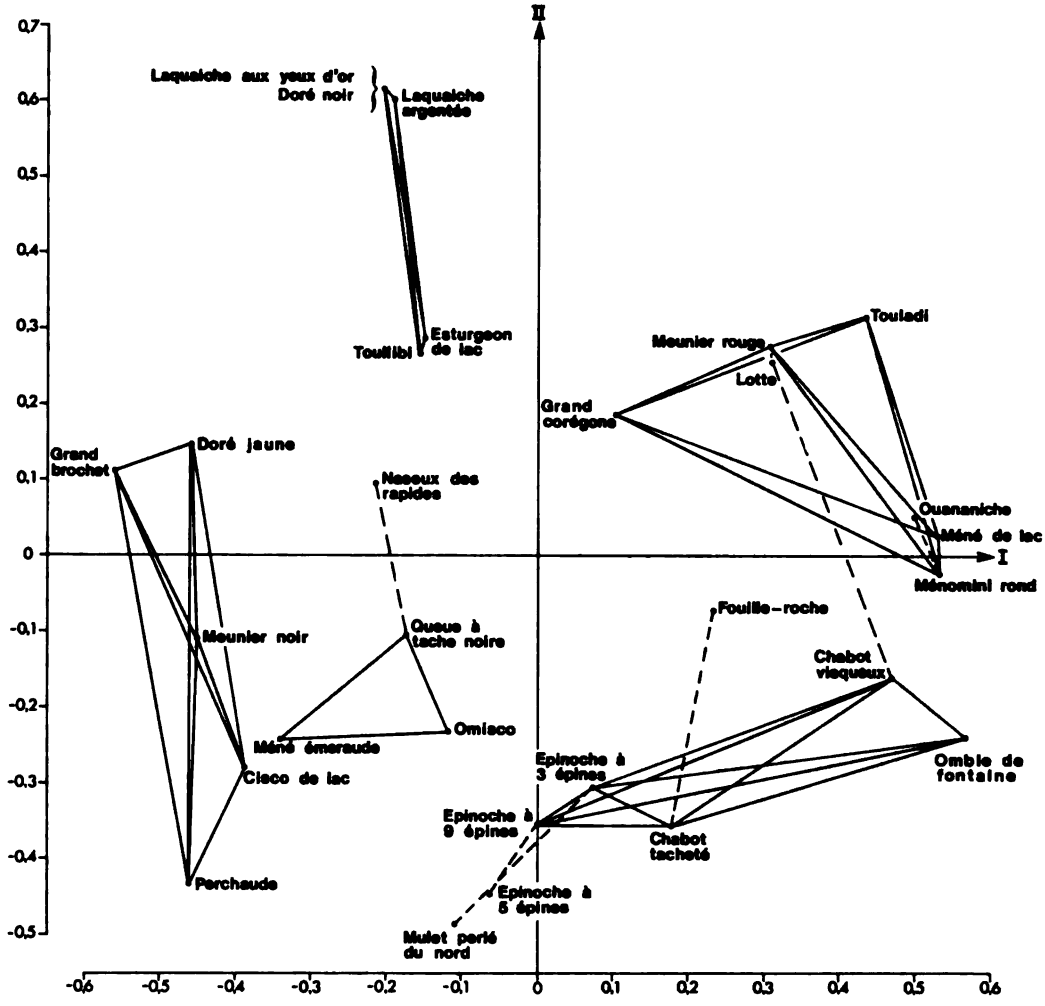


Figure 3. Représentation graphique des associations de poissons sur les deux premières coordonnées principales, qui expliquent 55% des sommes de carrés entre les espèces. Les traits pleins unissent les espèces qui forment les associations au niveau de similarité $S = 1 - p \geq .989$; les tiretés montrent le lien le plus fort qui unit, à l'une des associations, une espèce non-associée.

poissons, aux différentes stations de lacs, ont été mises en relation par tableaux de contingence avec les descripteurs du tableau II. Cette analyse fait ressortir les relations suivantes.

Alors qu'à l'ouest, la régularité est basse, on trouve des valeurs de régularité de plus en plus élevées à mesure que l'on se dirige vers l'est du territoire qu'augmentent l'altitude et la transparence des eaux (il y a cependant aussi des lacs à faible régularité dans les plateaux de l'est). Selon l'interprétation de Legendre (1973), ceci indique que dans la région des plateaux, on trouve des lacs dont l'activité biologique est plus faible et qui présentent par conséquent un milieu plus stable que les lacs plus productifs situés dans les zones d'invasion marine ou lacustre.

La nature différente des lacs des deux régions, soit ceux des plateaux et ceux

sses-terres, s'explique essentiel- par la géologie du territoire de la onie québécoise. En effet, à la u retrait de la calotte glaciaire effer, il y a 7 000 à 8 000 ans, le ement des eaux de la baie de (mer de Tyrrell) à cause de l'af- ent du territoire sous le poids ces, aurait atteint des régions qui ondent aujourd'hui à des altitu- nviron 240 à 270 m du côté de issonie québécoise (Lee, 1960). zone d'invasion marine, ainsi partie de la zone d'extension du ciaire Barlow-Ojibouai au sud du e, constituent ce qu'on pourrait la région des basses-terres par ion à celle des plateaux, qui elle été touchée par la mer de Tyr- eu par le lac Barlow-Ojibouai.

gion des basses-terres est donc risée par des dépôts d'argile, et par un relief peu accidenté, ainsi que le décrit Laverdière (1969 : 238) : « ...la sédimentation marine ayant ainsi contribué au nivellement des basses-terres jamesiennes ». Les lacs y sont donc peu profonds, les ruisseaux et les habitats ripicoles sont très abondants et, comme conséquence des invasions marine et lacustre, reposent sur un sol argileux couvert de sédiments organiques, marins ou littoraux. On pouvait donc s'attendre à y retrouver des lacs aux eaux turbides (conséquence de la mise en suspension des matériaux du fond), plus chaudes et de conductance élevée. La région des plateaux par contre est caractérisée par un relief plutôt accidenté (donc très peu de ruisseaux et d'habitats ripicoles) et par un sol couvert de tills et de sédiments fluvio-glaciaires. Les lacs y ont donc souvent des eaux plus claires, plus froides et de plus faible conductance spécifique.

TABLEAU IV

épartition de 16 espèces de poissons, capturées au moins à 15 stations, dans les lacs de la ie québécoise. Seules sont mentionnées les descriptions géographiques qui « favorisent » ce d'une espèce, et ce à au moins 10 stations de lacs. Voir le tableau I pour les codes des gions. Les espèces sont divisées selon leur appartenance aux différentes associations.

pèces	*Régions*	*Longitude*	*Latitude*
régone	CA, G3, LA, SK	69° à 71°, 74° à 77°	54° à 55°
rouge	CA, LA, MI, SB, SK	69° à 75°	54° à 55°
	CA, G3, G4, LA, MI	68° à 75°	54° à 56°
il rond	CA	68° à 75°	54° à 56°
lac	CA, G3	68° à 72°	54° à 55°
ochet	C2, G2, G3, G4, SB, SK	75° à 80°	53° à 54°
noir	EM, G2, G3, SB, SK	75° à 79°	51,5° à 54°
ne	C2, EM, G2, G3, SB, SK	75° à 78°	49° à 53,5°
lac	EM, G2, G3, SB	75° à 80°	52° à 54°
le	G2, SB	76° à 78°	52° à 54°
fontaine	G2, G3	72° à 76°	53° à 56°
à 9 épines	—	76° à 78°	52,5° à 54°
acheté	—	76° à 78°	—
à 3 épines	—	76° à 78°	53° à 54,5°
	—	74° à 78°	52° à 54°
	—	77° à 78°	53° à 53,5°

RÉPARTITIONS

L'aire de répartition des espèces dans les lacs du territoire a été établie par analyse de tableaux de contingence dans lesquels la présence-absence des espèces a été comparée aux descripteurs de région, de longitude et de latitude. Les résultats sont présentés au tableau IV. La liste des espèces suit l'ordre des associations (voir page 151); à l'intérieur des associations, l'ordre est celui de la fréquence de capture dans les lacs de la présente étude. À partir de ce tableau, ainsi que des cartes de répartition de chaque espèce dans Beauvais et Legendre (1977) que les contraintes d'espace empêchent de reproduire ici, on peut caractériser la répartition des différentes espèces en relation avec les points de repère géographiques et biogéographiques de la carte à la figure 1. Cette caractérisation est brièvement présentée ci-dessous.

1 — Espèces à répartition générale sur le territoire, mais qui caractérisent davantage la région des plateaux: grand corégone, meunier rouge, touladi, ménomini rond.

2 — Espèces caractéristiques des basses terres:

2.1 — Espèces présentes sur l'ensemble du territoire, mais plus caractéristiques de la région des basses terres: grand brochet, meunier noir, doré jaune, lotte.

2.2 — Espèces dont la répartition est limitée au secteur ouest du territoire:

2.2.1 — Espèces présentes du nord au sud: toullibi, esturgeon de lac (espèces capturées à moins de 15 stations).

2.2.2 — Espèces caractérisant le secteur au nord de la rivière Eastmain: cisco de lac (trouvé aussi dans la région Mistassini), perchaude. Les espèces suivantes, capturées à moins de 15 stations, appartiendraient à ce groupe: omisco, queue à tache noire, méné émeraude, épinoche à 5 épines, mulet perié du nord, naseux des rapides.

2.2.3 — Espèces capturées à moins de 15 stations, qui sont limitées à la zone boréale (50° parallèle), dans le sud-ouest du territoire: laquaiche argentée, laquaiche aux yeux d'or, doré noir.

3 — Certaines espèces, à cause de leur faible taille, n'ont pu être capturées qu'à l'aide de seines, de nasses, de troubleaux et de verveux. Or ces engins de pêche n'ont été utilisés qu'aux stations de lac dans le bassin de la rivière La Grande ainsi que dans la région du lac Caniapiscau (à l'exception des seines qui ont aussi été employées dans les régions Eastmain et Nichicun). Comme les espèces énumérées ci-après n'ont été capturées qu'à ces stations, il y a de fortes chances que cette répartition observée sur le territoire ne rende pas compte de la réalité, mais soit plutôt l'indication d'un échantillonnage inadéquat sur l'ensemble du territoire. Ces espèces sont le méné de lac, l'épinoche à 9 épines, le chabot tacheté et l'épinoche à 3 épines. Le chabot visqueux et le fouille-roche, capturés à moins de 15 stations, feraient aussi partie de ce groupe.

4 — Autres espèces:

4.1 — L'ombie de fontaine n'a été trouvé en lacs que dans la partie nord du territoire, au nord du 53° parallèle, à l'exception du lac Mistassini, du lac Village (transparence de 9 m au Secchi) et d'un autre lac de la région de la rivière Eatmain. On le trouve cependant en rivières plus au sud. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que lors de la dernière glaciation, l'ombie de fontaine a trouvé refuge dans l'Atlantique et non pas dans la région du Mississippi, comme c'est le cas pour la très grande majorité des espèces de la Radissonie québécoise, et que lors de la distribution post-glaciaire, il a pénétré dans cette région en empruntant la voie du nord par la baie d'Hudson (Power, 1975: 114). Les obstacles naturels rencontrés, ainsi que la plus forte compétition régnant dans les lacs du sud du territoire, pourraient expliquer la fréquence très faible de l'ombie de fontaine dans les lacs situés au sud du 53° degré de latitude.

4.2 — La ouananiche ne se retrouve, sur le territoire étudié ici, que dans la région du lac Caniapiscau, qui appartient encore (temporairement) au bassin de drainage de la baie d'Ungava, *dans le nord-est du Québec*. Encore n'a-t-elle été capturée qu'à 6 stations de lacs dans l'échantillon de la présente étude.

On verra plus loin comment ces répartitions s'expliquent dans le cadre des associations d'espèces.

NICHES

Les tableaux V à VIII présentent la niche écologique des 16 espèces de poissons capturées au moins à 15 stations. Il a été jugé préférable de s'abstenir de toute généralisation au sujet des autres espèces, qui seront cependant mentionnées plus loin lors de la description des associations d'espèces.

La niche est décrite à l'aide des 21 descripteurs énumérés au tableau II. Les huit premiers sont métriques et sont donc rapportés comme tels, alors que les autres sont rapportés sous la codification décrite au tableau III. Cependant, même les premiers descripteurs étaient divisés en classes lors de l'analyse de la niche par tableaux de contingence, si bien que ce sont les bornes de ces classes, et non les mesures brutes elles-mêmes, qui servent à décrire les niches.

Aux tableaux V à VIII, seules sont indiquées les descriptions qui « favorisent » la présence de l'espèce, et ce à au moins 10 stations. Ces tableaux répartissent les espèces selon les associations décrites à la section suivante.

TABLEAU V

Niche des espèces membres de l'association du grand corégone. Les deux premiers descripteurs représentent le pourcentage de stations où l'espèce a été capturée, puis les trois espèces les plus fortement associées, en ordre de similarité décroissante ($S \geq 0{,}99$). Seules sont indiquées les descriptions qui « favorisent » la présence de l'espèce, et ce à au moins 10 stations. Les descripteurs 1 à 8, codés pour les besoins de l'analyse, sont rapportés chacun dans ses unités de mesure, alors que les descripteurs 9 à 21 sont codés tel qu'au tableau III.

	grand corégone *Coregonus clupeaformis*	meunier rouge *Catostomus catostomus*	touladi *Salvelinus namaycush*	ménomini rond *Prosopium cylindraceum*	méné de lac *Couesius plumbeus*
Proportion des stations	70%	41%	38%	16%	16%
Espèces associées	meunier rouge touladi ménomini rond	touladi grand corégone méné de lac	meunier rouge ménomini rond méné de lac	touladi meunier rouge méné de lac	touladi meunier rouge ménomini rond
1) Altitude (m)	200 à 550	350 à 550	300 à 550	350 à 550	250 à 300, 500 à 550
2) Profondeur moyenne (m)	45 à 60	15 à 60	—	—	0 à 15
3) Profondeur maximum (m)	90 à 120	30 à 120	—	—	0 à 30
4) Superficie (km²)	10 à 100	10 à 100	10 à 100	—	—
5) Transparence (m)	0 à 1, 3 à 9	2 à 5	2 à 9	2 à 7	2 à 3
6) Conductance spécifique (µS)	0 à 20, 30 à 40	0 à 10	0 à 10	0 à 10	0 à 10
7) pH	6 à 7	6 à 6,5	5 à 6,5	5 à 6,5	5 à 6,5
8) Oxygène dissous (mg/l)	7 à 8, 9 à 10	9 à 10	7 à 8	8 à 12	7 à 8
9) Relief	U, H	U, H	U	—	U
10) Épaisseur	1, 2, 4	1, 4	1, 2, 4	1,4	1
11) Matériaux dominants	1, 2	1	1, 2	1	1
12) Matériaux sous-dominants	1, 2, 8	1, 8	1, 2	1	1
13) Cat. écosystème aquatique	F, G, N, R	F, G, N, R	C, F, N, R	C, R	C, F, R
14) Ruisseaux	1	1	1	1	1
15) Habitats ripicoles	1	1	1	1	1, 2
16) Drainage	1, 2	1	1, 2	1	2
17) Découpage de la rive	1	1, 2	3	2	2
18) Pente de la baie	1	1, 3	1	1	1
19) Pente des rives	1, 4, 5, 8	1, 5	1, 2	—	1, 2, 4
20) Matériaux rives (dominants)	1, 2	0, 1	1	1	1
21) Mat. rives (sous-dominants)	1, 2, 4	1, 4	1, 4	1, 4	1, 4

TABLEAU VI

Niche des espèces de l'association du grand brochet. Ce tableau a été confectionné comme le tableau V.

	grand brochet *Esox lucius*	meunier noir *Catostomus commersoni*	doré jaune *Stizostedion vitreum*	cisco de lac *Coregonus artedi*	perchaude *Perca fluviatilis*
Proportion des stations	69%	59%	42%	28%	16%
Espèces associées	meunier noir perchaude cisco de lac	grand brochet doré jaune perchaude	cisco de lac meunier noir grand brochet	doré jaune perchaude queue à tache noire	cisco de lac meunier noir grand brochet
1) Altitude (m)	0 à 300	100 à 300	100 à 300	0 à 250	100 à 200
2) Profondeur moyenne (m)	0 à 15	15 à 60	—	—	—
3) Profondeur maximum (m)	0 à 30	30 à 120	30 à 60	—	—
4) Superficie (km²)	0 à 10	10 à 30	—	0 à 10	0 à 10
5) Transparence (m)	0 à 3	0 à 2	0 à 2	0 à 2	0 à 2
6) Conductance spécifique (µ S)	20 à 40	10 à 50	10 à 40	20 à 80	10 à 30
7) pH	7 à 7,5	5,5 à 6, 6,5 à 7,5	6,5 à 7,5	6,5 à 7	6,5 à 7
8) Oxygène dissous (mg/l)	6 à 10	7 à 8, 9 à 10	—	8 à 9	8 à 12
9) Relief	R, H	R	R	R	R
10) Épaisseur	1 à 3	1, 4, 7	2, 7	7	7
11) Matériaux dominants	2, 5, 7	5, 7	5, 7	7	7
12) Matériaux sous-dominants	2, 6, 7	7	7,8	7	7
13) Cat. écosystème aquatique	B, C, G	B, F, G, H, R	F, G, R	B, F, G	B
14) Ruisseaux	2, 3	2, 3, 4	2, 3	2, 3	2, 3
15) Habitats riptcoles	2, 3	2, 3, 4	3	2	3
16) Drainage	2	1, 2	1, 2	5	5
17) Découpage de la rive	1, 2	1, 2	3	2, 3	3
18) Pente de la baie	2	2	2, 3	2	2
19) Pente des rives	2, 5	4, 5	2, 5	2	2
20) Matériaux rives (dominants)	0, 2, 4, 7	0, 4, 7	0, 4, 7	0, 4	4
21) Mat. rives (sous-dominants)	0, 4, 7	0, 7	0, 4, 7	0, 4	7

Le tableau IX complète la description des niches en dégageant, par corrélations partielles, quels sont les descripteurs qui favorisent davantage la présence d'une espèce, une fois éliminée l'influence que pourraient avoir les autres descripteurs du milieu sur cette corrélation. Ce tableau montre l'importance de la latitude, de l'altitude, de la superficie, de la transparence et de la conductance spécifique dans la répartition des espèces des deux premières associations.

L'oxygène dissous (1 m sous la surface) aurait pu être exclu de ces calculs, car les lacs de ce territoire ne présentent en général pas de carence en oxygène. Comme l'oxygène dissous est exprimé ici en mg/l et non en pourcentages de saturation, les corrélations partielles de ce tableau indiquent donc plutôt, de façon inverse, l'influence de la température de l'eau, une fois éliminée l'influence des autres facteurs, dont la position géographique. Ainsi, pour le touladi et l'omble de fontaine, les corrélations négatives pour l'oxygène pourraient indiquer qu'à position géographique comparable, il y a plus de chances de trouver ces salmonidés dans des eaux plus chaudes qui, à saturation, contiennent moins de mg/l d'oxygène dissous. D'autre part, le descripteur longitude est supplanté en importance par la transparence et la conductance spécifique, qui indiquent mieux la division du territoire en basses terres et plateaux. Le signe des corrélations partielles du descripteur altitude sera expliqué à la section suivante. Enfin, les descripteurs de profondeur ne semblent avoir par eux-mêmes que peu d'importance:

les espèces étudiées ici seraient davantage influencées par la superficie, la transparence et la conductance spécifique, qui sont reliées à divers titres à la profondeur.

Les descriptions de niche des espèces seront reprises à la section suivante, dans le cadre plus général d'une explication écologique des associations d'espèces.

ASSOCIATIONS D'ESPÈCES

Cinq associations d'espèces sont formées au niveau de similarité $S = 1 - p$

TABLEAU VII

Niche de quatre des cinq espèces de l'association de la truite mouchetée. Le chabot visqueux, capturé à huit stations seulement, a été exclu. Ce tableau a été confectionné comme le tableau V.

	ombie de fontaine *Salvelinus fontinalis*	épinoche à 9 épines *Pungitius pungitius*	chabot tacheté *Cottus bairdi*	épinoche à 3 épines *Gasterosteus aculeatus*
Proportion des stations	19%	7%	5%	5%
Espèces associées	ménomini rond épinoche à 3 épines touladi	épinoche à 3 épines chabot tacheté omisco	chabot visqueux épinoche à 3 épines épinoche à 9 épines	épinoche à 9 épines chabot tacheté chabot visqueux
1) Altitude (m)	350 à 400	100 à 250	100 à 200	100 à 200
2) Profondeur moyenne (m)	0 à 15	—	—	—
3) Profondeur maximum (m)	—	—	—	—
4) Superficie (km²)	—	—	—	—
5) Transparence (m)	3 à 9	—	—	—
6) Conductance spéc. (μS)	0 à 30	—	—	—
7) pH	6,5 à 7,5	—	—	—
8) Oxygène dissous (mg/l)	—	—	—	—
9) Relief	R, H, M	R	U, R	R
10) Épaisseur	—	1	1	1
11) Matériaux dominants	1	1	1	1
12) Matériaux sous-dominants	1	7	7	7
13) Cat. écosystème aquatique	F, G, N	N, R	N, R	—
14) Ruisseaux	1, 2	2	1, 2	1, 2
15) Habitats ripicoles	1, 2	2	—	1, 2
16) Drainage	1	—	1, 2	—
17) Découpage de la rive	1, 2	2	1, 2	2
18) Pente de la baine	1	2	—	2
19) Pente des rives	4	2	2	—
20) Matériaux rives (dominants)	1	—	—	—
21) Mat. rives (sous-dominants)	1, 7	1	1	—

TABLEAU VIII

Niche de l'omisco et de la lotte, les deux dernières espèces capturées à 15 stations au moins. Ce tableau a été confectionné comme le tableau V.

	Omisco *Percopsis omiscomaycus*	lotte *Lota lota*
Proportion des stations	4%	11%
Espèces associées	queue à tache noire épinoche à 9 épines fouille-roche	meunier rouge chabot visqueux chabot tacheté
1) Altitude (m)	150 à 250	100 à 400
2) Profondeur moyenne (m)	—	—
3) Profondeur maximum (m)		30 à 120
4) Superficie (km²)	—	
5) Transparence (m)	—	3 à 5
6) Conductance spécifique (μS)	—	20 à 50
7) pH	—	6,5 à 7,5
8) Oxygène dissous (mg/l)	—	—
9) Relief	R	R
10) Épaisseur	1	4, 7
11) Matériaux dominants	—	1
12) Matériaux sous-dominants	7	7
13) Cat. écosystème aquatique	—	R
14) Ruisseaux	2	2, 3, 4
15) Habitats ripicoles	2, 3	2, 3
16) Drainage	—	1
17) Découpage de la rive	2	3
18) Pente de la beine	—	2, 3
19) Pente des rives	1, 2	5, 6, 7
20) Matériaux rives (dominants)	—	0
21) Mat. rives (sous-dominants)	—	1

≥ 0,989, lorsqu'on inclut les 29 espèces de poissons dans le calcul. Ces associations à liens complets sont représentées à la figure 3 dans l'espace réduit des deux premières coordonnées principales calculées à partir de la matrice de similarité entre espèces. Si on n'inclut dans le calcul que les 16 espèces présentes au moins à 15 stations de lac, on retrouve à $S \geq 0{,}99$ les mêmes asso-
ions du grand corégone et du grand brochet que précédemment; l'association de l'omble de fontaine est amputée d'une espèce, soit le chabot visqueux, pêché seulement à 8 stations; les associations du touilibi et de l'omisco disparaissent puisque toutes leurs espèces, à l'exception de l'omisco, sont alors éliminées des calculs. Les trois associations restantes sont celles que décrivent les tableaux V à VII. Les associations du grand corégone et du grand brochet

sont particulièrement intéressantes, non seulement parce qu'elles sont déjà formées aux niveaux de similarité de 0,999 et 0,995 respectivement, mais aussi parce que les espèces qui les composent sont toutes présentes à un grand nombre de stations (16% à 70%).

Association du grand corégone (tableau V) :

grand corégone	*Coregonus clupeaformis*
meunier rouge	*Catostomus catostomus*
touladi	*Salvelinus namaycush*
ménomini rond	*Prosopium cylindraceum*
méné de lac	*Couesius plumbeus*

Même si toutes ces espèces sont présentes sur l'ensemble du territoire, on observe pour chacune d'elles une préférence marquée pour le nord de la région des plateaux (plus de 250 m d'altitude, à l'est du 75° W et au nord du 54° N). C'est l'association caractéristique des grands lacs transparents (2 à 9 m au Secchi), de faible conductance spécifique (en général moins de 10 μS), comme le montrent les corrélations partielles du tableau IX. Le pH de ces lacs est légèrement acide, les pentes sont douces et le système de drainage est ouvert. Cette association se retrouve surtout dans des reliefs ondulés où domine le till en couches épaisses et où ruisseaux et habitats ripicoles sont absents ou très peu abondants.

La corrélation négative au tableau IX entre la présence de ces espèces et l'altitude indique que, lorsque l'on contrôle pour tous les autres facteurs, y compris la position géographique, ces espèces ont davantage de chances d'avoir atteint les lacs en aval qu'en amont, dans leur dispersion post-glaciaire. Certaines de ces espèces se retrouvent davantage dans des lacs profonds (grand corégone, meunier rouge) ; le méné de lac préfère pour sa part les lacs moins profonds.

Espèces satellites : la ouananiche *Salmo salar* (rattachée au ménomini rond à S = 0,9992) et la lotte *Lota lota* (rattachée au meunier rouge à S = 0,9999 ; rattachée aussi au chabot visqueux, dans l'association de l'ombie de

TABLEAU IX

Explication de la présence de chaque espèce par corrélations partielles (τ de Kendall) avec 10 descripteurs du milieu. Les corrélations partielles plus faibles que 0,07 en valeur absolue ne sont pas rapportées dans ce tableau, alors que celles qui sont supérieures à 0,15 sont en caractères gras. Les 16 espèces de poissons sont celles qui ont été capturées au moins à 15 stations, comme aux tableaux précédents.

	Longitude	*Latitude*	*Altitude*	*Profondeur moyenne*	*Profondeur maximum*	*Superficie*	*Transparence*	*Conductance spécifique*	*pH*	*Oxygène dissous*
Grand corégone	-.14	.17	-.17	—	—	-.16	—	—	—	-.06
Meunier rouge	—	.20	-.10	-.13	.12	-.19	.19	-.07	-.06	—
Touladi	-.12	.48	-.28	—	—	—	.27	-.28	—	-.17
Ménomini rond	—	.21	—	—	—	—	.11	—	—	—
Méné de lac	—	.17	-.06	—	—	—	.07	-.11	—	—
Grand brochet	—	-.19	—	—	—	—				
Meunier noir	—	-.20	.09	—	—	—	-.20	.06	-.06	.07
Doré jaune	-.09	-.22	.06	—	—	-.16	-.13	—	—	—
Cisco de lac	-.07	-.20	—	—	—	-.13	-.06	.16	—	—
Perchaude	—	-.21	—	—	—	—	-.09	.14	—	—
							—	—	—	.09
Ombie de fontaine	—	.09	—	-.09	.07	-.12	—	—	—	-.12
Épinoche à 9 épines	—	-.10	—	—	—	—	—	—	—	—
Chabot tacheté	—	—	—	—	—		—	—	—	—
Épinoche à 3 épines	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Omisco	—	-.07	—	—	—	—	—	—	—	—
Lotte	—	—	—	-.11	.12	—	—	—	—	—

fontaine, au même niveau de similarité). La ouananiche partage les caractéristiques écologiques des autres espèces de cette association, mais elle n'a été pêchée qu'à six stations dans la région du lac Caniapiscau, à l'extrémité est du territoire. La lotte est plus abondante et de répartition générale sur le territoire, quoique son abondance soit sûrement sous-estimée par la pêche au filet; sa niche recouvre en partie celle des autres espèces ci-dessus, mais l'espèce est favorisée par des eaux à conductance spécifique plus élevée situées dans la zone d'invasion marine.

Association du grand brochet (tableau VI):

grand brochet	*Esox lucius*
meunier noir	*Catostomus commersoni*
doré jaune	*Stizostedion vitreum*
cisco de lac	*Coregonus artedii*
perchaude	*Perca fluviatilis*

C'est l'association caractéristique des basses terres de l'ouest du territoire (jusqu'à 300 m d'altitude). La répartition de ses espèces caractérise la zone d'invasion marine (75° à 80° W); le grand brochet, le meunier noir et le doré jaune se retrouvent aussi plus à l'est, quoique de façon beaucoup moins fréquente: la fréquence de capture de ces cinq espèces sur le territoire augmente à mesure que l'on s'approche de la baie de James. Les lacs qui favorisent davantage ces espèces sont plus petits que pour l'association du grand corégone; la transparence est faible (0 à 2 m au Secchi) et la conductance spécifique élevée (10 à 50 μS), comme le montrent les corrélations partielles au tableau IX. Le pH est neutre, les pentes sont modérées. Ces lacs sont situés dans des régions au relief moutonné où dominent les sédiments organiques épais; leurs rives présentent souvent aussi des matériaux organiques, ou encore de la roche ou des sédiments fluviatiles ou glaciolacustres. Ruisseaux et habitats ripicoles y sont plus abondants que dans le cas de l'association précédente.

La corrélation partielle positive avec l'altitude, au tableau IX, indique que lorsqu'on contrôle pour tous les autres facteurs, y compris la position géographique, les espèces en question se retrouvent davantage dans les lacs en amont que dans les lacs situés sur le bord de la baie de James.

Le grand brochet préfère des lacs moins profonds que le meunier noir et le doré jaune. D'autre part, les lacs qui favorisent la présence du grand brochet et du meunier noir ont des rives plus régulières que ceux qui favorisent la présence des trois autres espèces.

Association de l'omble de fontaine (tableau VII):

omble de fontaine	*Salvelinus fontinalis*
épinoche à 9 épines	*Pungitius pungitius*
chabot tacheté	*Cottus bairdi*
épinoche à 3 épines	*Gasterosteus aculeatus*
chabot visqueux	*Cottus cognatus*

Cette association comprend quatre des espèces de petite taille (les deux épinoches et les deux chabots) qui n'ont été capturées que là où la seine, la nasse, le verveux ou le troubleau ont été utilisés. Ces instruments n'ont été employés que dans les lacs de la vallée de la rivière La Grande, ce qui limite en conséquence la répartition de ces espèces. Comme ces instruments n'ont été que peu employés dans la partie amont du bassin de La Grande, cela crée artificiellement une séparation longitudinale, au tableau IV, entre l'omble de fontaine d'une part et les 4 petites espèces d'autre part, puisque les descriptions géographiques favorables mais correspondant à moins de 10 stations en sont éliminées.

Quoique l'omble de fontaine ait été capturé dans un plus grand nombre de régions, il n'est pas surprenant de le

retrouver associé à ces quatre petites espèces, dont il est un prédateur reconnu (Scott et Crossman, 1974). Le tableau VII indique par ailleurs que les espèces de cette association ont plusieurs composantes de leur niche en commun: leur présence est favorisée par des lacs situés dans un relief moutonné ou plus accidenté recouvert de till épais, où ruisseaux et habitats ripicoles sont absents ou peu abondants; ces lacs mesurent 2,5 km² ou davantage et leurs rives, recouvertes de tills, ne sont pas découpées de façon très irrégulière. Cette description sommaire est limitée par la faible proportion de stations où les quatre petites espèces ont été capturées et elle mériterait donc d'être révisée après un échantillonnage plus complet du territoire.

Espèces satellites: la lotte *Lota lota* (rattachée au chabot visqueux à S = 0,9999; rattachée aussi au meunier rouge, dans l'association du grand corégone, au même niveau de similarité), ainsi que trois autres petites espèces, capturées à moins de 15 stations, dont l'association ici pourrait n'être que fortuite: l'épinoche à 5 épines *Culea inconstans*, le mulet perlé du nord *Semotilus margarita* et le naseux des rapides *Rhynichtys cataractae.* L'association de la lotte à ce groupe d'espèces pourrait aussi n'être que fortuite, puisqu'elle s'établit *via* le chabot visqueux, une espèce elle-même fort peu représentée dans le fichier de données; cependant, l'examen des associations d'espèces au niveau de similarité $S \geqslant 0{,}95$ montre que la lotte ferait alors partie, à liens complets, de l'association de l'omble de fontaine ou de celle du grand corégone, perpétuant ainsi l'alternative observée à liens simples à S = 0,9999. C'est donc dire que l'association de la lotte au groupe de l'omble de fontaine doit refléter certaines communautés de préférence du côté des facteurs du milieu, ce que l'on observe en effet en comparant les tableaux VII (4 espèces) et VIII (lotte). Il faut cependant surtout noter que la lotte, comme l'omble de fontaine, est une prédateur de chabots et d'épinoches (Scott et Crossman, 1974).

Association du toullibi:

toullibi	*Coregonus nipigon*
esturgeon de lac	*Acipenser fulvescens*
laquaiche aux yeux d'or	*Hiodon alosoides*
laquaiche argentée	*Hiodon tergisius*
doré noir	*Stizostedion canadense*

À l'exception du toullibi et de l'esturgeon de lac que l'on retrouve un peu plus haut en latitude, ces espèces sont confinées à la limite inférieure du territoire. Il ne faut donc pas chercher la raison de leur association uniquement dans l'analyse des facteurs du milieu, mais surtout dans le fait qu'elles sont toutes, sur le territoire de la Radissonie québécoise, à la limite nord de leur dispersion, donc très peu fréquentes. Toutes ont d'ailleurs été capturées à moins de 15 stations.

L'examen des données du milieu (non reproduites ici à cause du faible nombre d'échantillons) montre cependant que cette association fréquente un milieu comparable à celui de l'association du grand brochet car, selon les données disponibles, la majorité de ces espèces préféreraient les lacs pas très grands aux eaux à conductance spécifique élevée pour ce territoire (10 à 40 μS), turbides et de pH neutre. Ces lacs sont situés dans un paysage où ruisseaux et habitats ripicoles sont abondants. Elle se distingue cependant de l'association du grand brochet, en étant plus typique des endroits où dominent les sédiments fluviatiles ou glacio-lacustres en couches épaisses, que l'on trouve justement au sud du territoire, dans la zone d'invasion du lac glaciaire Barlow-Ojibouai.

Association de l'omisco
(tableau VIII : omisco) :

omisco	*Percopsis omiscomaycus*
queue à tache noire	*Notropis hudsonius*
méné émeraude	*Notropis atherinoides*

Bien que ces espèces aient été capturées à la seine et au filet expérimental multifilament, qui ont été employés de façon extensive sur le territoire, on ne retrouve ces trois espèces que sur une portion très limitée du centre-ouest du territoire, dans les régions G2, G3, SK et EM (voir la carte à la figure 2). Par ailleurs, les deux cyprins n'ont été capturés qu'à 7 et 1 stations de lac respectivement, ce qui limite la description que l'on peut faire de cette association.

Si l'on accepte que les trois espèces soient réellement limitées à cette région, on peut décrire leur niche comme voisine de celle des espèces de l'association du grand brochet (données non reproduites ici) : région où dominent les matériaux organiques épais, relief ondulé ou moutonné, ruisseaux et habitats ripicoles plus abondants que dans les plateaux ; lacs aux rives découpées et aux eaux à faible transparence.

Un meilleur échantillonnage des petites espèces dans les lacs du territoire permettrait de mieux établir la valeur de cette association.

Espèce satellite : le naseux des rapides *Rhynichtys cataractae*, capturé à une seule station de lac.

Conclusions

1) Les valeurs de régularité de distribution de fréquence des espèces de poissons aux différentes stations sont basses dans la partie ouest du territoire, mais on en trouve des valeurs de plus en plus élevées à mesure que l'on s'élève en altitude, ce qui indique pour ces lacs *une plus faible activité* biologique et une *plus grande stabilité du* milieu.

2) Les deux associations de poissons les plus importantes qui ressortent de cette étude sont celles du grand corégone (incluant meunier rouge, touladi, ménomini rond et méné de lac) et celle du grand brochet (incluant meunier noir, doré jaune, cisco de lac et perchaude). Toutes les espèces de ces associations ont une fréquence élevée de capture dans les lacs du territoire. Lorsqu'on examine la répartition, dans les lacs du présent échantillon, des espèces de l'association du grand brochet, on s'aperçoit que la probabilité de capture des 5 espèces devient inférieure à leur probabilité moyenne de capture pour l'ensemble du territoire (la perchaude disparaît même) lorsqu'on atteint, en s'éloignant de la baie, une altitude de 250 m et plus. Or cette altitude de 250 m correspond presque exactement à la limite de l'invasion marine post-glaciaire. D'autre part, les espèces de l'association du grand corégone montrent une augmentation marquée de leur fréquence de capture (quoique dans le cas du grand corégone et du méné de lac, cette augmentation ne soit pas régulière) à partir d'une altitude d'environ 350 m. On peut donc dire que, pour les lacs inclus dans la présente étude, l'association du grand brochet caractérise la partie du territoire qui a été touchée par l'invasion marine, soit les lacs aux eaux turbides, plus chaudes et de plus forte conductance spécifique, donc les lacs à activité biologique plus élevée, alors que l'association du grand corégone caractérise les plateaux du nord et de l'est du territoire, plus éloignés de la baie, où on trouve des lacs aux eaux transparentes, plus froides et de plus faible conductance spécifique, donc des lacs à activité biologique plus faible.

3) Un groupe de petites espèces n'ont été trouvées que dans certains bassins hydrographiques du centre du territoire, possiblement à cause de ca-

rences dans l'échantillonnage à la nasse, à la seine, au verveux et au filet troubleau. La méthode d'analyse les groupe en association avec l'omble de fontaine qui les utiliserait comme espèces fourrage. L'omble de fontaine est lui-même essentiellement limité aux lacs situés au nord du 53° parallèle, possiblement à cause de son mécanisme de dispersion post-glaciaire. La lotte utilise les mêmes petites espèces pour sa nourriture et pourrait donc être associée à elles, mais l'analyse montre qu'elle pourrait également se rattacher à l'association du grand corégone.

4) Un groupe d'espèces, peu fréquentes sur le territoire, y sont toutes à la limite nord de leur répartition. Il s'agit du toullibi, de l'esturgeon de lac, des deux laquaiches et du doré noir. Ces espèces sont en bonne partie limitées au sud où elles fréquentent des lacs comparables à ceux de l'association du grand brochet, quoique creusés dans des dépôts d'origine surtout lacustre.

5) Les autres espèces ont été capturées à trop peu de stations de lacs pour que l'on puisse tirer des conclusions à leur sujet. La ouananiche, peu fréquente dans l'échantillon, est cependant connue pour être limitée aux lacs à transparence élevée et à faible conductance spécifique de la région du lac Caniapiscau, probablement parce que la dispersion post-glaciaire de la ouananiche s'est faite à partir du refuge de l'Atlantique, via la baie d'Ungava, contrairement à presque toutes les autres espèces de la Radissonie québécoise qui proviennent du refuge du Mississippi via les grands lacs glaciaires (Power, 1975).

Références

BEAUVAIS, A. et P. LEGENDRE, 1977. Niches et associations de poissons dans les lacs de la Radissonie québécoise. Une étude effectuée pour le compte de la Société d'Énergie de la Baie James. — CERSE, Université du Québec à Montréal. Polycopié, 153 p.

FAGER, E. W., 1957. Determination and analysis of recurrent groups. — Ecology, 38: 586-595.

GOWER, J. C., 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. — Biometrika, 53: 325-338.

HENDRICKSON, J. A. Jr. and P. R. EHRLICH, 1971. An expanded concept of «species diversity». — Notulae Naturae, 1971 (439): 1-6.

HURLBERT, S. H., 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. — Ecology, 52: 577-586.

HUTCHINSON, G. E., 1957. Concluding remarks. — Cold. Spr. Harb. Symp. Quant. Biol., 22: 415-427.

KENDALL, M. G., 1948. Rank correlation methods. — Charles Griffin & Co., London, vii+160 p.

KRYLOV, B. V., 1968. Species association in plankton. — Oceanology (traduit de Okeanologiya en russe), 8 (2): 243-251.

LAVERDIÈRE, C., 1969. Le retrait de la calotte glaciaire de Scheffer: du Témiscamingue au Nouveau-Québec. — Rev. Géogr. Montr., 23: 233-246.

LEE, H. A., 1960. Late glacial and postglacial Hudson Bay Sea episode. — Science, 131 (3413): 1609-1611.

LEGENDRE, L., 1973. Phytoplankton organization in Baie des Chaleurs (Gulf of St-Lawrence). — J. Ecol., 61: 135-149.

LEGENDRE, L. and P. LEGENDRE, 1978a. Associations. — *In*: A. Sournia, ed. Phytoplankton manual. Unesco, (In press).

LEGENDRE, L. et P. LEGENDRE, 1978b. Écologie numérique. Tome I: Le traitement multiple des données écologiques. Tome II: La structure des données écologiques. — Masson, Paris et les Presses de l'Université du Québec. (Sous presse).

LEGENDRE, P., 1976. An appropriate space for clustering selected groups of Western North American *Salmo*. — Syst. Zool., 25(2): 193-195.

LEGENDRE, P. and M. Gagnon, 1977. The ecological data bank of the James Bay hydroelectric development. — Pp. 305-309 *in*: B. Dreyfus, ed. Proc. fifth Bienn. Int. CODATA Conf., Boulder, Colorado. Pergamon Press, New York, xxvi + 642 p.

LLOYD, M. and R. J. GHELARDI, 1964. A table for calculating the «equitability» component of species diversity. — J. Anim. Ecol., 33: 217-225.

MAGNIN, E., 1977. Ecologie des eaux douces du territoire de la Baie James. — Société d'Énergie de la Baie James, Montréal, 454 p.

MARGALEF, R., 1958. Information theory in ecology. — General System, 3: 36-71.

PIELOU, E. C., 1969. An introduction to mathematical ecology. — John Wiley & Sons, New York, viii + 286 p.

POWER, G., 1975. Distribution post-glaciaire des poissons dans la péninsule Québec-Labrador. — Pp. 107-117 *in*: Colloque Direction Nord. Centre d'Ingénierie nordique, École polytechnique, Centre d'Études nordiques de l'Université Laval.

SCOTT, W. B. et E. J. CROSSMAN, 1974. Poissons d'eau douce du Canada. — Bull. 184, Office de recherches sur les pêcheries du Canada, xi + 1026 p.

SHANNON, C. E., 1948. A mathematical theory of communications. — Bell System Technical Journal, 27: 379-423, 623-656.

SOUTHWOOD, T.R.E., 1966. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. — Chapman and Hall, London, xviii + 391 p.

VENRICK, E. L., 1971. Recurrent groups of diatoms in the North Pacific. — Ecology, 52: 614-625.

ZARNOVICAN, R., J. P. DUCRUC, V. GÉRARDIN, M. JURDANT et G. AUDET, 1976. Utilisation de la végétation dans la classification et la cartographie écologique du territoire de la Baie James. Pp. 81-102 *in*: Environnement — Baie James. — Symposium 1976: compte rendu. xxii + 883 p.

iste can., 105: 159-168 (1978).

SYNOPSIS OF NEARCTIC ICHNEUMONINAE STENOPNEUSTICAE, WITH PARTICULAR REFERENCE TO THE NORTHEASTERN REGION (HYMENOPTERA). SUPPLEMENT 6

Gerd H. HEINRICH

Dryden, Maine, U.S.A.

Résumé

Description de dix nouvelles espèces, d'une nouvelle sous-espèce d'Ichneumonides (Hyménoptères), ainsi que du sexe femelle de *Lynicus temporalis*.

Abstract

Description of ten new species and one new subspecies belonging to the nearctic Ichneumoninae (Hymenoptera), and of the female of *Lynicus temporalis*.

Introduction

is publication represents the 6th lement to the author's *Synopsis of ctic Ichneumoninae Stenopneusti- with particular reference to the eastern Region*, which appeared in ts as Supplements 15, 18, 21, 23, 7, and 29 of the *Canadian Entomo-* (1961-1963). Additional species since found and described by the or in 5 supplements to the above- ioned synopsis, all published by *Le raliste canadien.*[1] This 6th supple- contains 10 further new species one new subspecies.

Tribe ICHNEUMONINI

Subtribe *Ichneumonina*

Genus *ICHNEUMON* Linnaeus

1. ***Ichneumon cyanimontis*, new species**

Holotype: ♂, Maine, Mt. Blue, 15.III.1960. CGH II.

Paratypes: 4♂, type locality (18.VIII.1960, 28.VIII.1965, 10.VIII.1968, 20.VIII.1977) and 3♂, Dryden, Maine, Franklin Co., (17.VIII.1951, 11.VIII.1956, 9-15.VIII.1977). CGH II.

Allotype (tentative): ♀, Maine, Mt. Blue, 18. VIII.1960. CGH II.

PREAMBLE

Within the rather narrow group of small species of this genus, 10 mm long or less, this male is distinguished by the combination of uniformly yellow color of face and clypeus, with the uniformly orange-ferruginous color of all coxae and trochanters, and tergites 1-4.

MALE

Head black, with entire face and clypeus, and mandibles except teeth, yellow. Thorax black; collare, apex of pronotal ridge, tegulae, scutellum except basally (or only apex of scutellum), and postscutellum, orange-ferruginous. Tergites 1-4, exceptionally also 5th tergite partially, orange-ferruginous; rest of abdomen black. Legs orange-ferrugi-

plement 1, 1969, Naturaliste can., 96: 935-96
plement 2, 1971, *Ibid.*, 98: 959-1026.
plement 3, 1972, *Ibid.*, 98:
plement 4, 1973, *Ibid.*, 100: 461-465.
plement 5, 1975, *Ibid.*, 102: 753-782.

nous, including all coxae and trochanters; the following black; femora III dorsally except base and tibiae III apically more or less extensively; in one specimen coxae III also extensively black, tarsi III extensively infuscated. Flagellum dorsally blackish, ventrally pale orange; scape ventrally yellow. Length 8-10 mm.

Antenna: With 28 segments and with longish-oval, black tyloids on segments 5-10, none of them reaching the base and apex of segments.

Head: Temple profile strongly narrowed behind eyes, with almost-straight outline. Cheek profile strongly narrowed toward mandibles. Malar space about half as long as width of mandible base. Upper tooth of mandible somewhat longer than lower. Cheeks, frons, and occipital region evenly and fairly densely and finely punctured.

Thorax: Mesoscutum markedly longer than wide medially, densely and fairly-finely punctured, glossy between punctures. Notauli barely indicated at extreme base. Scutellum laterally carinate at extreme base, slightly convex. Horizontal part of propodeum medially about as long as area posteromedia, the area superomedia distinctly longer than wide, with costulae nearly in the middle, somewhat narrowed from costulae to area basalis. Spiracles of propodeum elongate-oval, about three times as long as wide.

Legs: Coxae III finely and rather densely punctured, glossy between punctures; femora III moderately stout.

Abdomen: Median field of postpetiole sharply defined, coarsely longitudinally striate. Gastrocoeli about as long as wide apically. Thyridia each nearly as wide as their interspace, the latter coarsely and ensely longitudinally rugose punctate; *st of surface of 2nd* tergite less coarse- *but also very densely* rugose punctate, not glossy. Third tergite more finely but also very densely punctured, coriaceous between punctures, subopaque.

FEMALE (tentative)

The only known so far, closely related and sympatric female is extremely similar to *cervulus* Provancher (=*terminatus* Provancher, female); it differs only by having behind the eyes a more narrowed temple profile with nearly straight outline. This character could represent an individual structural abnormality; additional specimens are needed for confirmation of this hypothesis.

Head black. Thorax black except for red collare, pronotal ridge and base, mesoscutum, tegulae, subalarum, and scutellum. Tergites 1-3 uniformly red, 4-7 black, 6 and 7 extensively reddish tinged, the 7th tergite with apical white mark. Legs I and II including coxae and trochanters uniformly red; legs III red except for black coxae, femora except basally, apex of tibiae; tarsi III blackish infuscated toward apex. Antenna tricolored: scape and segments 1-6 red, 7-10 dorsally white, the following segments black. Length 9mm.

2. *Ichneumon* ***craterorum***, new species
Holotype: ♀, Idaho, Craters of the Moon, 18.VII.1965. CGH II.
Allotype: ♂, same data. CGH II.

PREAMBLE

A species of the *gracilicornis* group, with deep, transverse gastrocoeli with narrow interspace, and with long, slender, bristleshaped flagella in the female. Basic color black, legs predominantly red. The female has head, thorax, and abdomen with restricted red markings.

FEMALE

Black except for red narrow inner orbits, broad longitudinal bands on later-

al lobes of mesoscutum, dorsal surface of scutellum, tegulae, and tergites 5-7. Legs red except for black coxae and trochanters, apex of femora III, about apical third of tibiae III, and tarsi III; last segments of tarsi I and II infuscated. Antenna black, flagellum with white annulus on segments 10-12. Length 16 mm.

Antenna: Flagellum bristleshaped, long and slender, ventrally flattened and very little widened beyond middle, long and sharply pointed toward apex, with elongate basal segments; the first segment about 5 times as long as wide apically, the 11th approximately square; the widest on flattened side barely 1.5 times as wide as long.

Head: Temple profile distinctly narrowed behind eyes, with straight outline. Cheek profile in frontal view distinctly narrowed toward mandible base, with straight outline. Malar space somewhat longer than width of mandible base. Frons and vertex slightly concave, strongly and densely punctured.

Thorax: Anterior fourth of notauli distinct. Mesoscutum strongly and fairly densely punctured, glossy and finely coriaceous between punctures. Propodeum abbreviated. Area superomedia large, wider than long; area basilis deepened, declivity without clearly defined area posteromedia, steep, about twice a long as horizontal part medially.

Legs: Coxae III strongly and densely punctured, without scopa. Femora III long and slender.

Abdomen: Postpetiole much wider than long, with sharply defined, longitudinally striate median field. Gastrocoeli fairly deep, transverse, each about as wide as their interspace. Second tergite wider than long medially, strongly and extremely densely punctured; third tergite about 3 times as wide as long, somewhat less coarsely and beyond middle less densely punctured.

MALE

Head, thorax, and abdomen black except for yellow face, clypeus, and mandibles. Antenna black except ventral side of scape yellow. Femora, tibiae, and tarsi red, except for black apex of tibiae III, and tarsi III blackish infuscated toward apex; coxae, and trochanters I black. Length 18 mm.

Subtribe *Amblytelina*

Genus *SPILICHNEUMON* Thomson

Spilichneumon ***pygmaeus***, new species
Holotype: ♀, Wisconsin, Jackson Co., 8-15. VII.1975. CGH II.

PREAMBLE

This is the smallest species of the genus known to date, being only 6-8 mm long. It is chromatically similar to *bronteus* Cresson and *subrufus* Cresson but differs from the latter in the structure of the mandibles and from the former, in addition to the great difference in size, by having the temple profile much more narrowed behind the eyes, and by the red propodeum and a red first tergite.

FEMALE

Head partially, collare, pronotal ridge, tegulae, subalarum, entire mesoscutum, scutella, almost entire propodeum, and tergites 1-3 ferruginous; rest of thorax and tergites 4-7 black. All coxae and first trochanters, femora II in part, femora III entirely, broad apex of tibiae III, and most of tarsi III black; remainder of legs ferruginous. Antennae ferruginous, flagellum with whitish annulus, black beyond annulus. Length 6 mm.

Antenna: Short, bristleshaped, not widened beyond middle, not very strongly attenuated toward apex, with 24 segments, the first about 1.5 times as long as wide apically, the 6th square, none wider than long.

Head: Temple profile distinctly narrowed behind eyes, slightly curved. Cheek profile distinctly narrowed toward mandibles, with almost straight outline. Malar space shorter than width of mandible base. Median field of face distinctly raised, clypeus convex. Mandibles with pointed upper tooth, the lower tooth much shorter than upper. Cheeks in lateral view wide, strongly convex, glossy, with moderately sparse puncturation.

Thorax: Mesoscutum longer than wide, only slightly convex, fairly-densely punctured, glossy between punctures. Notauli indicated only at the extreme base. Scutellum flat, puncturation similar to that of mesoscutum. Horizontal part of propodeum finely and densely coriaceous rugose and punctured, subopaque, medially fully as long as declivity. Area superomedia barely separated from area basalis, distinctly longer than wide, nearly parallel-sided. Spiracles of propodeum small, longish-oval. Meso — and metapleura coarsely and fairly densely punctured.

Legs: Femora stout and thick. Coxae III finely and very densely punctured.

Abdomen: Median field of postpetiole finely aciculate, the lateral fields punctured. Gastrocoeli distinct, about as long as wide. Tergites 2 and 3 distinctly and densely punctured, very finely coriaceous between punctures, glossy.

Spilichneumon pygmaeus ***rufescens***, new subspecies

Holotype: ♀, Ontario, Stittsville, 5-9.VII. 1976, *M. Sanborn*. CGH II.

Paratype: ♀, Michigan, Ann Arbor. CGH II.

Differs from the nominate form by the red pleura, entirely red head, predominantly red 4th tergite, or 4th and 5th tergites, and by the more or less extensively red coxae.

Genus *DIPHYUS* Kriechbaumer

Diphyus cyanimontis, new species

Holotype: , Maine, Mt. Blue, 4-9.VI. 1978, *leg*. G. Heinrich. CGH II.

FEMALE

A slender species, distinctly characterized by almost uniformly black head, thorax, legs, and first abdominalsegment, with only anterior sides of tibiae I and dorsal annulus of flagellum white; tergites 2-7 uniformly bright red. Length 12 mm.

Its appearance in the early spring indicates that this female hibernates (as most species of the genus).

Antenna: Flagellum bristle-shaped, long and slender, long and sharply attenuated toward apex, ventrally flattened but not widened beyond middle, the first segment more than 4 times as long as wide apically, in lateral view about the 12th segment square. Black, dorsally white are segments 8-11.

Head: Temple profile not narrowed behind eyes, strongly curved. Frons slightly concave, very densely rugosepunctate. Cheeks in lateral view broad, convex, coarsely and fairly densely punctured, glossy between punctures. Median field of face distinctly protruding. Malar space as long as width of mandible base.

Thorax: Mesoscutum convex, longer than wide, very densely punctured. Scutellum less densely punctured, slightly convex. Area posteromedia distinctly longer than horizontal part of propodeum medially. Area superomedia slightly longer than wide, arched in front.

tulae obsolete, lateral carinae of posteromedia partially indistinct.

gs: Fairly slender. Femora III den- punctured. Coxae III very densely ctured, without scopa.

Subtribe *Cratichneumonina*

Genus *HOMOTHERUS* Heinrich

lomotherus mudgei, new species
Holotype: ♀, Maine, Strong, 21.VII.1978, J. Mudge. CGH II.

MBLE

fairly small species, of black basic r with extensive orange-ferruginous cings on head, thorax, and abdomen. rocoeli fairly deeply impressed, with narrow interspace. Spiracles of odeum rather small but distinctly er than wide. Coxae III with a faint cation of a scopa on interior, apical Flagellum stout, filiform.

LE

ead mainly black but with frons ex- antennal cavities and orbits around dark red, median field of face, cly- , and mandibles orange. Thorax k except for red collare, pronotal and base, tegulae, subalarum, and ntinuous, longitudinal band on each of median lobe of mesoscutum. omen black except for red base of tergite with gastrocoeli, broad apical ls on tergites 1-3, and narrow apical ls on tergites 4-6; 7th tergite entirely wish-red. Femora and coxae pre- inantly black, coxae I and II partially femora I and II at base and apex brownish; all tibiae and tarsi pale nish except that tibiae III are apically ; basal segments of tarsi III black. nna black, with almost complete annulus on segments 7-12; scape basal segments ventrally pale n. Length 7 *mm.*

Antenna: Filiform, stout, not widened beyond middle, the first segment twice as long as wide, the 4th square.

Head: Temple profile barely narrowed behind eyes, with curved outline. Cheek profile moderately narrowed toward mandibles. Malar space somewhat longer than width of mandible base. Cheeks in lateral view rather wide, convex, glossy, with moderately dense puncturation. Frons even, not at all concave, opaque, coriaceous, with very fine, moderately dense puncturation. Median field of face protuberant, clypeus convex. Mandibles fairly slender, the upper tooth somewhat longer than the lower.

Thorax: Mesoscutum moderately densely punctured, finely coriaceous between punctures, glossy. Notauli indicated at the base only. Horizontal part of propodeum medially almost as long as steeply sloping area posteromedia. Area superomedia slightly longer than wide, with oblique costulae before middle, coriaceous, impunctate. Metapleura extremely densely, finely punctured, coriaceous between punctures, opaque.

Legs: Femora III moderately stout. Coxae III finely and extremely densely punctured, apically on inner side with indication of a scopa.

Abdomen: Postpetiole very densely cariaceous-rugose, with distinct median field, barely glossy. Second tergite also subopaque, very densely and finely coriaceous-rugose and punctured. Third tergite extremely finely coriaceous, with sparse, extremely fine puncturation, glossy.

NOTE

Named in honor of Dr. John Mudge, professor of entomology, University of Maine, who has provided many specimens of Ichneumoninae and so made valuable contributions to the advancement of our knowledge of the parasitic Hymenoptera of Maine.

Genus *VIRGICHNEUMON* Heinrich[2]

Virgichneumon ***inopinatus***, new species
Holotype: ♀, Maine, Dryden, 15-21.VIII.1977. CGH II.

PREAMBLE

This species resembles somewhat the genus *Melanichneumon* in general appearance and by chromatic characters, but differs in the structure of the flagellum which is not lanceolate.

FEMALE

Antenna black, with dorsal white annulus from the end of segment 6 to 13. Head black, except for short white lines on vertical orbits. Thorax black, except for white scutellum. Tergites 1-3 red, 4-7 black, the 6th and 7th with apical white mark. Legs black except for white on extreme apex of femora I, on the anterior side of tibiae I, and on apical margin of first trochanters I; second trochanters II, ventral side of tibiae II, and the basal half of ventral side of tibiae III, red. Length 10 mm.

Antenna: Flagellum subbristle-shaped, moderately attenuated toward apex and slightly widened beyond middle, the widest segments on flat side nearly 2 times as wide as long; the first segment slightly more than 2 times as long as wide apically; in dorsal view the 9th segment and in lateral view the 7th approximately square.

Head: Temple profile somewhat narrowed behind eyes, with almost straight outline. Cheek profile narrowed toward mandibles. Malar space as long as width of mandible base, concave toward mandibles. Densely and very strongly punctured except clypeus and lower part of cheeks sparsely punctured.

Thorax: Mesoscutum extremely densely punctured, subopaque. Notauli indicated only at base. Pleura, sterna, and propodeum also very densely punctured, except the area superomedia which is almost impunctate. Carination of propodeum complete and sharp. The area superomedia somewhat longer than wide, with the oblique costulae nearly in the middle, narrowed from costulae toward area basalis. Area posteromedia slightly longer than the horizontal part of propodeum medially.

Abdomen: Postpetiole with distinct median field. Gastrocoeli distinct, though small. Tergites 1-3 very densely and fairly strongly punctured. Ovipositor somewhat projecting.

Genus *VULGICHNEUMON* Heinrich

Vulgichneumon ***drydeni***, new species
Holotype: ♂, Maine, Dryden, 30.VIII.1977. CGH II.

PREAMBLE

As the type is a male with elongate, narrow gastrocoeli stretched along the basal sides of the second tergite, its generic position is beyond doubt. Related to the species *terminatus*, but much smaller and markedly different in structure by: (1) rather strongly curved temple profile; (2) stouter femora III; (3) narrower and more elongate area superomedia.

Chromatically strongly different from the sympatric *terminatus apicalis* Provancher by: (1) red basic color of entire thorax; (2) uniformly white coxae and trochanters I and II; (3) lack of white mark on the 6th tergite; (4) uniformly white face.

Very similar to *phaeogenops* Heinrich (Naturaliste Can., 1972, 99: 209) by small size and chromatic pattern, but different as a distinct species by elongate, clearly longer than wide spiracle of the propodeum and by black color of head except white face and clypeus.

[2] *In Heinrich, 1978 (see Reference).*

MALE

Head black, except for white face, clypeus, and mandibles. Basic color of thorax ferruginous-red, with some restricted black or blackish marks and with white collare, subalarum, tegulae, medio-apical marks on mesosternum, apical half of scutellum, and postscutellum; pronotum predominantly, less than half of mesopleura, basal furrow of scutellum and propodeum, and axillary troughs black or blackish. Legs predominantly ferruginous with uniformly white coxae I and II and all first trochanters; coxae III ventrally toward apex, about apical third of femora III, about apical half of tibiae III on ventral side, almost entire length of tibiae III on dorsal side, and tarsi III extensively black. Tergites 1-4 red, 5-7 black, 7th tergite with large, white mark. Antenna dorsally black, ventrally including scape pale brown. Length 6 mm.

Antenna: Flagellum with 25 segments; beyond base nodose with elevated, transverse bristle-ridges on ventral side; with a long row of bacilliform tyloids beginning on 5th segment, none reaching to base and apex of segments.

Head: Temple profile only slightly narrowed behind eyes, with distinctly curved outline. Malar space less than half as long as width of mandible base. Face rather strongly convex, receding from upper margin toward clypeus, the upper margin deeply emarginate medially between antennal sockets. Mandibles slender, with sharply pointed upper tooth much longer than lower.

Thorax: Mesoscutum coriaceous and densely, finely punctured, subopaque. Anterior third of notauli distinct. Scutellum slightly raised above postscutellum. Carination of propodeum complete. Area superomedia distinctly longer than wide, with costulae before middle, narrowed from costulae toward area basalis.

Legs: Coxae III ventrally finely and densely punctured, glossy between punctures. Femora III moderately stout.

Abdomen: Postpetiole with clearly defined, irregularly, longitudinally rugose and punctured median field. Second tergite likewise densely, irregularly, longitudinally rugose and punctured from base to apex; the gastrocoeli forming a narrow, elongate, lateral impression at base of 2nd tergite; sculpture of 3rd and 4th tergite similar to 2nd tergite, though slightly less coarse.

Genus *MELANICHNEUMON* Thomson

Melanichneumon **iowae**, new species

Holotype: ♂, Iowa, Earlville, 22.VI.1977, R. Robinson. CGH II.
Allotype: ♀, same data. CGH II.
Paratypes: 6♂, 1♀, same locality. CGH II.

PREAMBLE

The male of this species is uniquely characterized chromatically by the uniformly light orange color of the mesoscutum in combination with orange, black, and white-banded abdomen; the female by the almost uniform orange-ferruginous color of the entire body, without white marks on apical tergites, sometimes with basal black bands.

MALE

Head white, including broad orbits around eyes; rest of frons and occipital region orange. Thorax, including entire mesoscutum orange, except for white collare, pronotal ridge and base, subalarum, tegulae, scutella, declivity of propodeum, prosternum, and more or less extensive markings on pleura and prepectus. Legs orange, with usually only the apex of tibiae III, and occasionally also apex of femora III black; usually coxae and trochanters I and II withish in part, sometimes also coxae III and all

tibiae more or less extensively whitish. Abdomen tricolored: ferruginous-orange with basal black bands on tergites 2 or 3 to 5 and with apical white bands on tergites 1-3 or 4 (exceptionally only 1 and 2); 6 th tergite with apical white band, 7th with apical white mark. Antenna black; flagellum with white annulus, ventrally brown; scape ventrally white. Length 8-11 mm.

FEMALE

Particularly characterized by lack of white marks on abdomen and thorax and by the tendency to show basal black bands on tergites 2 and 3.

Head, thorax, abdomen, and legs almost uniformly ferruginous, with the following parts slightly lighter tinged than the rest: narrow frontal and vertical orbits, scutelia, and collare. Broad apex of tibiae III and their extreme base, and the tip of femora III, black. Antenna black: flagellum with dorsal white annulus on segments 7-13; scape ferruginous, sometimes apically infuscated. Length 9-10 mm.

Antenna: Laceolate; first segment nearly twice as long as apically wide, 7th segment nearly square, the widest nearly 3 times as wide as long.

Genus *BARICHNEUMON* Thomson

***Barichneumon* lowensis**, new species

Holotype: ♀, Iowa, Eariville, 10.VII.1977, R. Robinson. CGH II.
Allotype: ♂, same data. CGH II.
Paratype: 1 ♂, same locality, 22.VI.1977. CGH II.

PREAMBLE

In the key to the northeaster American species of the genus *Barichneumon* (Heinrich, 1972, "Synopsis of Nearctic Ichneumoninae", 3rd Supplement) this *female runs to the species crassipunctatus* Heinrich; it differs strongly as a species, however, by the not at all elongate and not downward slanting areae dentiparae, stouter flagellar segments, and extensive black markings on the thorax. It differs from the morphologically similar *sphageti* Heinrich by being much larger, and by the absence of black on last tergites and the presence of extensive black markings on thorax and coxae.

FEMALE

Head ferruginous; vertical orbits indistinctly and very narrowly yellowish. Thorax ferruginous with white collare, extreme apex of pronotal ridge, and a very small mark on subalarum; scutellum light ferruginous, with indistinctly yellowish apical margin. Black areas are: exterior margin of mesoseutum all around, axillary troughs, pronotum except ridge and base, prosternum, prepectus, mesosternum, mark on mesopleura below subalarum, horizontal part of propodeum except for red areae dentiparae, entire basal furrow of propodeum, areae coxales, and apical part of area posteromedia. Legs red except for black exterior side of coxae III, apices of femora II and III and of tibiae II and III; tarsi III infuscated. Abdomen ferruginous. Antenna black; flagellum with dorsal white annulus on segments 7-12; scape ventrally red. Length 8 mm.

Antenna: Flagellum bristle-shaped, moderately attenuated toward apex; in dorsal view first segment about twice as long as wide apically, 6th segment square.

Head: Temple profile slightly narrowed behind eyes and slightly curved. Cheek profile moderately narrowed toward mandibles. Malar space about as long as width of mandible base. Clypeus convex. Cheeks densely, frons very densely punctured.

ax: Mesoscutum densely punc-
glossy between punctures. Scu-
flat. Area posteromedia slightly
than horizontal part medially.
uperomedia longer than wide,
ed from costulae toward area
Areae dentiparae only slightly
toward declivity, carina den-
xterior and carina metapleuralis,
al view of propodeum, diverging
exterior carina of area postero-

: Femora III not very stout, in
view nearly 5 times as long as
edially.

men: Apical part of median field
petiole not very strongly defined.
coeli superficial and very small,
rse. Tergites 2 and 3 very densely
red.

mely similar in the color pattern
geti, but much larger in size
ering by the predominantly black
ernum, with only the anterior,
art between sternauli and meso-
whitish.

black except for white face,
, mandibles, broad orbits around
idened over almost entire width
ks; malar space and posterior
of cheeks black. Thorax black
for mesopleura and metapleura
re more or less extensively ferru-
white are: collare, pronotal
nd base, apical part of proster-
subalarum, tegulae, scutellum,
utellum, areae posteroexternae,
mark on anterior, outer part of
ernum. Legs red except for white
nd trochanters I and II and black
n dorsal side of all first trochan-
cae III extensively on ventral side,
f femora III and of tibiae III,
si III. Abdomen ferruginous. An-
lack, flagellum ventrally brown,
entrally white. *Length 10 mm.*

Tribe PLATYLABINI

Genus *CYCLOLABUS* Heinrich

***Cyclolabus robinsoni*, new species**

Holotype: ♂, Iowa, Earville, 4.VII.1977, leg. R. Robinson. CGH II.

Paratype: 1 ♂, same locality and collector, 10.VII.1977. CGH II.

PREAMBLE

Distinctly characterized chromatically by pale orange color of the entire abdomen, propodeum, and parts of thorax; in structure by short but distinct, tooth-like projections of the areae dentiparae.

MALE

Head white and black, the following white: face and clypeus (except transverse black band between them, an apical black mark on the clypeus, and black clypeal fovea), entire length of cheeks (except their black, posterior margin and the black malar space), broad bands on frontal orbits, widened and somewhat projecting toward middle of frons below ocellar triangle, and large, rounded marks on vertical orbits. Prepectus black, with orange exterior belt all around. Prothorax and mesoscutum black, with extensive white markings. Mesosternum, most of mesopleura, and the entire propodeum orange. The following white: collare, pronotal ridge and base, apical part of prosternum, subalarum, tegulae, two short, longitudinal, median marks on posterior part of median lobe of mesoscutum, and dorsal surface of scutellum, except its narrow base. Legs orange except for white coxae I and II and ventral side of first trochanters I and II, and black apex of femora III and of tibiae III. Abdomen uniformly orange, with a small, apical, whitish mark on end of median field of postpetiole. Antenna black; scape ventrally whitish; flagellum black, with complete white annulus on segments 7-10. Length 10 mm.

Head: Ocellar triangle distinctly raised. Head in dorsal view strongly transverse; temple profile moderately narrowed behind eyes, slightly curved. Malar space shorter than width of mandible base.

Thorax: Notauli very pronounced, reaching beyond middle of mesoscutum, strongly deepened at base. Mesoscutum coriaceous, with dense, fine puncturation, subopaque. Sctutellum slightly raised above postscutellum, with high lateral carinae. Area superomedia short and very wide, nearly 5 times as wide as long. Areae dentiparae with distinct, though short, toothlike projections.

Abdomen: Gastrocoeli about as wide as long laterally, each somewhat wider than their interspace. Second tergite very densely and strongly rugosepunctate, the third tergite likewise densely but less coarsely rugosepunctate, both subopaque.

NOTE

Named in honor of Dr. Robert Robinson, professor of entomology, University of Maine, who has provided a comprehensive collection of Ichneumoninae from the State of Iowa, thus contributing to the advancement of our knowledge of the parasitic Hymenoptera of that state.

Genus *LINYCUS* Cameron

Linycus temporalis Heinrich

Naturaliste canadien, 1971, 96, p. 1024, ♂.
Holotype: male, Maine, Mt. Blue, 8.VI.1960. CGH II.
Neallotype: female, same locality, 6.VII.1978. Present designation. CGH II.

The female agrees in color with the male. In contrast to the female of the closely related sympatric species *exhortator thoracicus* Cresson, only tergites 4-7 are black and the apical margins of tergites 5-7 are only very narrowly lined with white.

Temple profile in vertical view, as in male, also slightly less narrowed behind eyes than in *exhortator thoracicus*.

Reference

HEINRICH, G. H., 1978. Ichneumoninae of Florida and neighboring states. — Florida Dept. Agric. and Consumer Serv., Div. Plant Ind., in press.

Naturaliste can., 105: 169-171 (1978).

EXPERIMENTS ON THE HATCHING PERIOD OF THE EGGS OF THE LUMPFISH *CYCLOPTERUS LUMPUS* L. IN NEWFOUNDLAND WATERS

Michael A.J. COLLINS

Biology Department (Junior Studies), Memorial University of Newfoundland, St.John's, Newfoundland, A1B 3X9

Résumé

Des expériences ont établi que les œufs de poules de mer pris dans les eaux de Terre-Neuve éclosent au bout de 31 jours à 6,4°C et de 25 jours à 9,8°C; à une température moyenne de 3,8°C, il n'y a aucune éclosion.

Abstract

Experiments have shown that lumpfish eggs taken from Newfoundland waters will not hatch at an average incubation temperature of 3,8°C, but hatch in 31 days at 6,4°C and 25 days at 9,8°C.

Introduction

The hatching period of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) eggs varies from a maximum of 70 days in the North Sea at the beginning of the breeding season to a minimum of 14 days later on in the season (Ehrenbaum, 1904). Fulton (1907) has recorded a hatching period of 42 days for eggs from Scottish waters, and Andriyashev (1954) about 2 months for the White Sea. In North American waters the only recorded hatching times are for Newfoundland waters. Hatching periods of 21 days at a starting temperature of 9°C, and 54 days at a starting temperature of 4°C have been recorded for Newfoundland (Collins, 1976).

No previous researcher has investigated the effect of varying temperature on the hatching period under experimental conditions, or has tried to estimate the minimum water temperatures necessary for successful hatching.

Materials and methods

On May 6th 1974 a complete egg mass, laid 2 *days previously*, was taken by divers from Conception Bay, Newfoundland, and transferred in sea water to a recirculating marine tank (20 gallon Carolina marine aquarium) thermostatically controlled at 4°C, the ambient temperature of the seawater in Conception Bay. On the next day the egg mass was divided into three equal parts which were then placed in self-locking polythene bags (10 cm x 10 cm) and then transferred to three separate recirculating marine tanks. Each bag was connected by narrow bore (6 mm) polythene tubing to an electrically operated air pump to ensure adequate aeration of the eggs, and holes were punctured in the bags to ensure free exchange of seawater between the bags and the aquarium water.

Over the next few days the water temperature of each tank was adjusted to one of the experimental temperatures, 2°C, 7°C and 12°C. Each tank was adjusted by no more than 2°C a day, to prevent thermal stress of the eggs.

The lowest incubation temperature was selected so that it would be just below the minimum temperature at

which lumpfish lay eggs (4°C) and below the 5°C quoted by Andriyashev (1964) as the minimum spawning temperature in the White Sea.

The highest temperature was selected to be just below the maximum sea water temperatures (14°C) usually recorded in Conception Bay during the breeding season (Steele, 1974), and about the maximum temperature (55°F = 12,8°C) recorded for the Heligoland area of the North Sea (Anon., 1944) at the end of the breeding season when eggs hatch in the shortest time of 14 days (Ehrenbaum, 1907). The third temperature was chosen as an intermediate between the other two (7°C).

The water temperature of each of the tanks was recorded each day and the eggs were observed for signs of hatching.

Results

The temperatures of the 7°C and 12°C tanks oscillated slightly during the experimental period (5,5 to 10°C for the 7°C tank; 11° to 13°C for the 12°C tank) but as the summer progressed it became increasingly difficult to maintain the 2°C tank below 4°C, the temperature oscillating from 3°C to 7,5°C during most of July and August. The averaged temperatures to which the three sets of eggs were exposed since laid, were calculated as 3,8°C, 6,4°C and 9,8°C respectively.

The first hatched larvae were observed in the 12°C tank on June 29th, 25 days after they were laid, and hatching in the 7°C tank took place on July 5th, 31 days after deposition. Even after 97 days no hatching was evident in the 2°C tank, and the experiment was terminated on August 11th since most of the egg mass had turned black with decomposition.

Discussion and conclusions

The experiment showed that lumpfish eggs will not develop successfully at an average temperature of 3,8°C, a figure which is below the 5°C quoted by Andriyashev (1954) as the minimum spawning temperature for lumpfish in the White Sea. The minimum average hatching temperature therefore is above 3,8°C but less than the 6,4°C at which average temperature eggs hatch in 31 days.

At an average temperature of 9,8°C hatching occurs in only 25 days. It is probable that hatching time would have been further reduced had the eggs been maintained at an average temperature of 12°C since deposition. It is probable that lumpfish eggs will hatch in less than 25 days at a higher temperature since Ehrenbaum (1904) says that the eggs will develop in only 14 days at the height of the season in the North Sea.

Further experiments will have to be carried out to determine the temperature at which the shortest hatching periods can be recorded. This experiment has however shown that lumpfish eggs can be successfully hatched under laboratory conditions using simple equipment provided that the eggs are well aerated.

References

ANDRIYASHEV, A.P., 1954. Fishes of the northern seas of the USSR. (Translated by Michael Artman, 1964). — Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, Israel. (Available from Office of Technical Services, U.S. Dept. of Commerce, Washington, D.C.) 566 p.

ANON., 1944. World Atlas of sea surface temperatures (2nd Edition). — H.O. Publication No. 225. Hydrographic Office U.S. Navy, Washington, D.C. (reprinted 1966).

COLLINS, M.A.J., 1976. The lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) in Newfoundland waters. — Can. Field Nat. 90: 64-67.

EHRENBAUM, E., 1904. Eier und Larven von fischen der deutschen bucht. III. Fische mit festsitzenden eiern. — Wissench. Meeresunter., n.F., Bd. 6, Abth. Heligoland: 127-200.

FULTON, T.W., 1907. On the spawning of the lumpsucker (*Cyclopterus lumpus*) and the paternal guardianship of the eggs. — 24th A. Rep. Fishery Bd Scotl., Part III, 169-178.

STEELE, D.H., 1974. Temperature and salinity cycles at the Marine Sciences Research Laboratory, Logy Bay, Newfoundland. — Mar. Sci. Res. Lab., Tech. Rep. No. 12, Memorial Univ. Newfoundland, 21 p.

Acknowledgements

I would like to thank Dr. John Green who obtained the eggs for me, and Mr. Eugene Fitzgerald and Mr. Kevin Snow who provided me with technical assistance.

Naturaliste can., 105: 173-176 (1978).

ÉTUDE CHRONOLOGIQUE DU POUVOIR MORPHOGÉNÉTIQUE DE JH-I CHEZ *LOCUSTA MIGRATORIA*

Jean-Pierre ROUSSEL

Laboratoire de biologie générale, Université Louis Pasteur, et Équipe de recherche associée au C.N.R.S. N° 118 67000 Strasbourg, France

Résumé

Le pouvoir morphogénétique d'une hormone juvénile synthétique pure, déterminée comme l'isomère racémique naturel de l'hormone juvénile en C_{18} de *Hyalophora cecropia* (JH-I) est étudié chronologiquement chez le stade V de *Locusta migratoria*. Cette hormone montre une activité morphogénétique optimum lorsqu'elle est injectée entre 12 et 24 heures après la dernière mue larvaire. L'injection de JH-I provoque, par ailleurs une mortalité spécifique, soit par toxicité lorsqu'elle est injectée entre 18 et 60 heures, soit par inhibition de la mue lorsqu'elle est injectée plus tardivement.

Abstract

The morphogenetic effect of a pure synthetic juvenile hormone, known as the racemic natural isomer of the C_{18} *Cecropia* hormone (JH-I), is studied chronologically on the last larval instar of *Locusta migratoria*. This hormone possesses an optimal morphogenetic activity if it is injected between 12 and 24 hours after the last larval moult. Injection of JH-I caused a specific mortality, either by toxicity when injected between 18 and 60 hours, or by inhibition of ecdysis later (60 to 72 hours).

Introduction

Nous avons précédemment fait une étude générale de l'action des trois hormones juvéniles sur différentes fonctions (Roussel, 1975 a, b, 1976a) qui sont sous la dépendance des *corpora allata* (Joly, 1970; Roussel, 1969) chez *Locusta*.

En ce qui concerne la fonction morphogénétique, les hormones étaient fournies à la fin de l'avant-dernier stade larvaire et les perturbations obtenues n'étaient que faibles, même avec JH-I, l'hormone la plus active (Roussel, 1975b). Nous essayons ici de déterminer la période de sensibilité maximale de l'animal à l'action de l'hormone juvénile sur la métamorphose.

Matériel et méthodes

Les expériences sont réalisées sur le jeune stade V (dernier stade larvaire) de l'Orthoptère *Locusta migratoria migratorioides* élevé, en phase grégaire, dans les conditions habituelles (Roussel, 1975a, b). Pour chaque moment considéré (6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 60 et 72 heures), nous avons utilisé 20 à 45 individus qui ont reçu chacun une seule injection de 50 μg de JH-I (Demoute, Hainaut et Toromanoff, 1973) dilués dans 10 μl d'huile d'arachide.

Résultats

Les animaux présentent un taux de mortalité, parfois très important, qui varie en fonction de l'âge de l'animal au moment de l'injection (figure 1).

Lorsque l'injection est effectuée chez le tout jeune stade (6 heures), la mortalité, qui survient dans les deux à quatre jours suivants, est très élevés (65%). Mais elle n'est due qu'à l'injection de liquide, puisqu'elle a lieu de la même

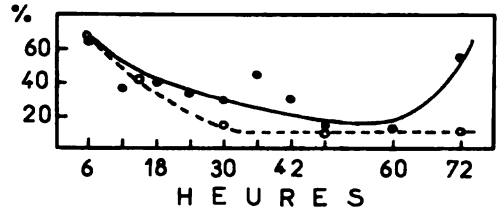


Figure 1. Pourcentage de mortalité générale survenant au cours du stade V chez *Locusta migratoria* après injection de 50 µg de JH-I, 6, 12, 18... heures après la quatrième mue (•——•) et chez les témoins après injection d'huile (o—o).

manière chez les témoins. Chez les stades âgés de 12 à 48 heures au moment de l'injection, elle se stabilise à une valeur plus basse (30 à 45%). Enfin, si l'injection est réalisée chez les stades âgés de 48 à 60 heures, la mortalité est à son taux le plus bas (15%), mais elle s'élève considérablement chez les animaux injectés à 72 heures et survient alors au moment de l'exuviation ou chez des stades V prolongés.

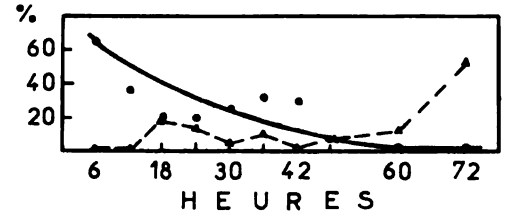


Figure 2. Pourcentage de mortalité survenant au cours de la durée normale du stade (•——•) ou au cours de l'exuviation et du stade V prolongé (△-- △) après injection de 50 µg de JH-1, 6, 12, 18, ... heures après la quatrième mue chez *Locusta migratoria*.

La figure 2 différencie le taux de mortalité en fonction du moment de l'injection, en tenant compte de l'âge du stade auquel elle survient. La courbe représentant la mortalité survenue au cours e la durée normale du stade V, sans *tative d'exuviation*, est comparable à celle de la mortalité générale (figure 1) jusqu'à 48 heures; au-delà, aucun stade V ne meurt plus avant l'âge normal de la mue. Cette mort est due au traumatisme lié à l'injection lorsque cette dernière a lieu dans les 18 premières heures du stade, puis, ensuite, vraisemblablement à une action toxique sur l'organisme du produit injecté.

L'autre courbe de la figure 2 représente la mortalité survenue au cours de l'exuviation ou chez les stades V prolongés (plus de 11 jours). Il s'agit ici d'une action inhibitrice de l'hormone juvénile sur la mue, déjà signalée chez *Blatella* (Hangartner et Masner, 1973) et chez un Nématode (Davey, 1971), que nous avons retrouvée sur les stades IV et V de *Locusta* (Roussel, 1975b) et que Masner et ses collaborateurs (1976) attribuent à une déficience en ecdysone consécutive à l'augmentation du taux d'hormone juvénile.

L'injection de 50 µg de JH-I au début du stade V de *Locusta* provoque, dans tous les cas, des perturbations morphogénétiques (figure 3), mis à part le résultat obtenu après injection à 6 heures, qui ne peut pas réellement être pris en considération en raison d'un taux de mortalité rédhibitoire (65%). Chez les jeunes stades V, entre 6 et 42 heures, nous obtenons une moyenne de 70% de perturbation. Par la suite, ce taux diminue et se stabilise aux alentours de 35% (48 à 72 heures).

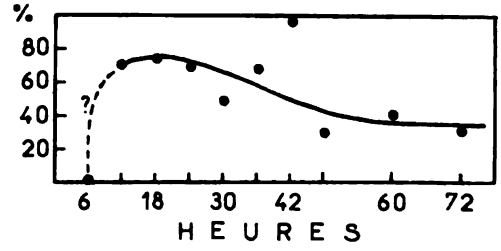


Figure 3. Pourcentage de perturbations morphogénétiques à la métamorphose après injection de 50 µg de JH-I, 6, 12, 18, ... heures après la quatrième mue chez *Locusta migratoria*.

Nous distinguons deux sortes de perturbations morphogénétiques: la perturbation grave qui conduit à l'obtention de stades VI larvaires surnuméraires et la perturbation faible qui produit des imagos imparfaites. Il est bien évident que le classement des individus obtenus dans l'une ou l'autre catégorie relève d'une certaine subjectivité.

La figure 4 indique l'évolution de ces deux catégories d'insectes. L'injection de JH-I à des stades V de 12 à 24 heures produit 50% de stades larvaires surnuméraires. Cette proportion diminue ensuite et s'annule pour des injections réalisées vers 60 heures. À cette époque, il n'est plus possible d'obtenir des stades larvaires surnuméraires à la suite d'une injection d'hormone.

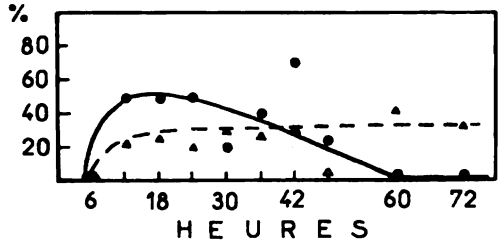


Figure 4. Pourcentage de perturbations à la métamorphose se traduisant par l'obtention de stades VI larvaires surnuméraires (•—•) ou d'imagos imparfaites (△–△) après injection de 50 μg de JH-I, 6, 12, 18, ... heures après la quatrième mue chez *Locusta migratoria*.

Par contre, la proportion d'imagos imparfaites est relativement stable lorsque l'injection a lieu entre 12 et 72 heures; elle paraît même s'accroître légèrement lorsque l'injection a lieu plus tardivement (25 à 35%: figure 4).

Discussion et conclusion

Quoique Joly (1960) aît signalé que l'implantation de *corpora allata* au cours du premier jour du stade V produisait le plus fort pourcentage de perturbations de la métamorphose, nous ne remarquons, *après des injection* ayant eu lieu 6 heure après la mue, aucune modification morphogénétique. Les individus survivants sont des adultes parfaits à tous points de vue. Ce résultat inattendu doit cependant être considéré avec de grandes précautions, puisque 65% des individus ne survivent pas à une injection, que ce soit avec ou sans hormone, à cet âge.

Si les modifications morphogénétiques sont élevées lorsque l'injection a lieu dans les 42 premières heures du stade, elles sont cependant légèrement inférieures à celles provoquées par une implantation de *corpora allata* (Joly, 1960; Roussel, 1975b) et même à celles obtenues précédemment avec la même hormone sur des stades V non datés avec exactitude (Roussel, 1976b).

Un effet moins important de l'injection par rapport à l'implantation de *corpora allata* est tout-à-fait compréhensible lorsque l'on tient compte de la métabolisation rapide de l'hormone injectée (Erley, Southard et Emmerich, 1975) et de la différence essentielle qui existe entre le lent relâchement d'hormone par les *corpora allata* et une injection massive (Roussel, 1976b).

Les différences avec nos résultats précédents peuvent être dues à des moments d'injection différents (nous obtenons ici 100% de perturbation à 42 heures) ou à des minimes différences dans les conditions expérimentales (température notamment).

Seules les injections réalisées dans les deux premiers jours du stade peuvent fournir des larves surnuméraires. Au-delà, le pourcentage de perturbation de la métamorphose (par production exclusive d'imagos imparfaites) se réduit à 35% jusqu'à 72 heures et doit vraisemblablement s'annuler totalement peu de temps après.

Le pouvoir morphogénétique optimum de l'hormone juvénile se manifeste

lorsque l'hormone est fournie entre 12 et 24 heures (75% de perturbations morphogénétiques; 50% de stades VI larvaires surnuméraires). C'est donc à cette période qu'il convient d'injecter l'hormone juvénile, chez *Locusta*, chaque fois qu'il est nécessaire d'étudier son action sur la métamorphose dans les meilleures conditions.

Références

DAVEY, K. G., 1971. Molting in a parasitic Nematode, *Phocanema decipiens*. VI. The mode of action of insect juvenile hormone and farnesyl methyl ether. — Int. J. Parasit., 1: 61-66.

DEMOUTE, J.-P., D. HAINAUT et E. TOROMANOFF, 1973. Sur une nouvelle synthèse stéréospécifique, de l'hormone juvénile en C_{18} de *Hyalophora cecropia*. — C. r. Acad. Sci., Paris, 277: 49-51.

ERLEY, D., S. SOUTHARD and H. EMMERICH, 1975. Excretion of juvenile hormone and its metabolites in the locust, *Locusta migratoria*. — J. Insect Physiol., 21: 61-70.

HANGARTNER, W. and P. MASNER, 1973. Juvenile hormone: inhibition of ecdysis in larvae of the german cockroach, *Blatella germanica*. — Experientia, 29: 1358-1359.

JOLY, L., 1960. Fonctions des *corpora allata* chez *Locusta migratoria* L. — Thèse, Strasbourg, 103 p.

MASNER P., W. HANGARTNER and M. SUCHY, 1976. Ecdysone deficiency in juvenile hormone treated larvae on the german cockroach, *Blatella germanica* (L.) — Pp. 234-251. *In*: L. I. Gilbert (Ed.), The Juvenile Hormones. Plenum Press, New York and London, 572 p.

ROUSSEL, J.-P., 1969. Action de l'ablation et de l'implantation de *corpora allata* sur le rythme cardiaque de *Locusta migratoria* L. — C. r. Acad. Sci., Paris, 269: 371-373.

ROUSSEL, J.-P., 1975 a. Actions juvénilisante, chromatotrope, gonadotrope et cardiotrope de JH-III sur *Locusta migratoria*. — J. Insect Physiol., 21: 1007-1015.

ROUSSEL, J.-P., 1975 b. Effets de l'injection, chez *Locusta migratoria*, L., d'une hormone juvénile synthétique de *Hyalophora cecropia*. — Archs. int. Physiol. Biochim., 83: 809-825.

ROUSSEL, J.-P., 1976 a. Activité de l'hormone juvénile en C_{17} (JH-II) chez *Locusta migratoria*. — J. Insect Physiol., 22: 729-733.

ROUSSEL, J.-P., 1976 b. Effect of C_{18} juvenile hormone in *Locusta migratoria*. — Acta ent. bohemoslov., 73: 234-236.

Naturaliste can., 105: 177-193 (1978).

LES OISEAUX DE LA RÉSERVE NATIONALE DE FAUNE DU CAP TOURMENTE, QUÉBEC

Serge LEMIEUX

Service canadien de la faune, Région du Québec, Pêches et Environnement
C.P. 10100, Sainte-Foy, Québec, G1V 4H5

Résumé

Cet article présente une revue des principales mentions ornithologiques recueillies depuis 1969 à la réserve nationale de faune du cap Tourmente, Québec. Il s'agit de mentions qui apportent des précisions dans les domaines de la distribution des espèces et de leurs aires de nidification au Québec. Une liste de toutes les espèces observées au cap Tourmente et dans la région immédiate depuis la fin du siècle dernier est aussi présentée.

Abstract

Records of birds observed at the Cap Tourmente National Wildlife Area, Quebec, since 1969 are presented. This review adds to our present knowledge of the distribution and nesting of birds in Quebec. A list of birds observed at Cap Tourmente and vicinity since the turn of the century is also presented.

Introduction

Célèbre depuis longtemps pour les rassemblements d'Oies blanches *Chen caerulescens atlantica* qu'on peut y voir chaque printemps et chaque automne, la région du cap Tourmente constitue depuis bon nombre d'années un lieu de prédilection pour les ornithologues, tant professionnels qu'amateurs.

Depuis 1969, alors que le Service canadien de la faune instaurait la réserve nationale de faune du cap Tourmente dans le but de protéger les marais à scirpe *Scirpus americanus* utilisés par l'Oie blanche, j'ai eu l'occasion d'y réaliser quelque 200 inventaires pour en répertorier l'avifaune.

À l'aide de la documentation existante, je présente une revue des principales mentions ornithologiques depuis 1969, ainsi qu'une liste complète des espèces observées depuis la fin du siècle dernier.

Matériel et méthode

La réserve du cap Tourmente est située à quelque 50 km en aval de Québec, sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent. Le secteur étudié comprend la réserve ainsi que le Petit-Cap, tel qu'illustré à la figure 1.

Malgré sa renommée ornithologique, la région du cap Tourmente figure rarement dans la documentation scientifique. La majorité des publications disponibles sont des ouvrages généraux dont l'ampleur ne permet pas de citer des lieux aussi précis. Le livre de C.-E. Dionne, publié en 1906, est l'un des premiers à fournir quelques mentions ornithologiques pour cette région. Godfrey (1967), dans un ouvrage sur les oiseaux du Canada, cite la région à quelques reprises. Les notes du Bulletin ornithologique du Club des Ornithologues du Québec (COQ) constituent la source de données la plus volumi-

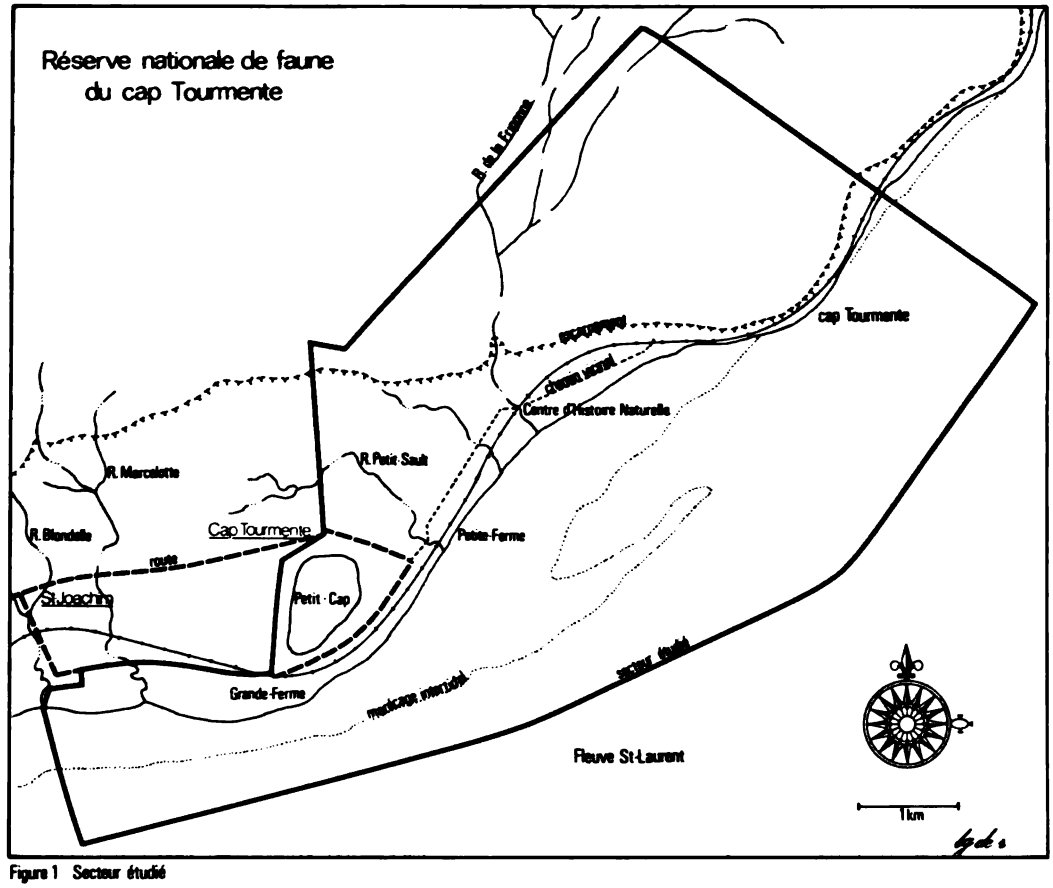


Figure 1 Secteur étudié

neuse. Quelques articles scientifiques, les notes de mes collègues du Service canadien de la faune (SCF), ainsi que les 200 inventaires, représentant 600 heures d'observation, que j'ai réalisés entre le 1er mai 1972 et le 31 décembre 1977, viennent compléter le dossier.

J'ai suivi la nomenclature de l'American Ornithologists' Union (1957, 1973a, b, 1976) pour les noms scientifiques et anglais des oiseaux et celle du Service canadien de la faune, 3e éd. (1972), et du Comité permanent de nomenclature française des vertébrés du Canada (R. Cayouette, comm. pers.), pour les noms français.

Résultats

J'ai divisé cette présentation en *quatre sections. La première* concerne les espèces dont la présence est inusitée pour l'ensemble du Québec. Il s'agit le plus souvent de mentions qui se classent parmi les premières dans le Québec. La seconde a trait aux espèces dont la présence est inusitée dans la région de la ville de Québec. Il s'agit le plus souvent d'espèces dont la limite extrême de leur distribution se situe au niveau de cette région. La troisième concerne les espèces dont la nidification au cap Tourmente constitue une extension de l'aire connue, telle que décrite par Godfrey (1967). La dernière, en appendice, contient la liste de toutes les espèces observées depuis la fin du siècle dernier.

Dans les deux premières sections, je ne traite en détail que des espèces qui ont fait l'objet d'au moins une mention

depuis 1969. Enfin, lorsque j'utilise la locution «au cap Tourmente», je me réfère au secteur étudié tel que décrit dans les pages qui précèdent.

ESPÈCES INUSITÉES AU QUÉBEC

Oie de Ross *Chen rossii* (Cassin)

Reed et Maltby-Prevett (1975) rapportent un premier spécimen, ainsi qu'une première mention visuelle pour le Québec au cap Tourmente. Il s'agit d'un individu abattu au cours d'une chasse contingentée, le 30 septembre 1974 et d'un autre, identifié à distance, le 12 octobre de la même année. J'ai noté un individu, le 10 octobre 1976. Le COQ signale la présence de deux de ces oiseaux à quelques reprises en mai 1975, ainsi que le 19 octobre de la même année.

Dans tous les cas, les oiseaux se tenaient en compagnie des Oies blanches. Cayouette (1975) a noté lui aussi ce phénomène en faisant une rétrospective des apparitions de l'espèce dans le nord-est des États-Unis.

Chevalier combattant *Philomachus pugnax* (Linnaeus)

Les 6 et 7 mai 1973, j'ai identifié une femelle qui se tenait sur les rives d'un étang aménagé en compagnie d'un Petit Chevalier à pattes jaunes *Tringa flavipes* et de quatre Grands Chevaliers à pattes jaunes *Tringa melanoleuca*. Ces oiseaux se déplaçaient ensemble, ce qui rendait les différences de taille plus évidentes et facilitait l'observation des caractères d'identification en plein vol.

Godfrey (1967: 193) fait état d'une seule mention au Québec. Elle provient de Sept-Îles, en date du 29 mai 1933. Le COQ rapporte quelques mentions pour la province, subséquentes à celle du cap Tourmente.

Effraie *Tyto alba* (Scopoli)

Le COQ signale la présence d'un individu au cap Tourmente les 20 et 22 décembre 1970, de même qu'un oiseau trouvé mort, le 8 mai 1974. Il y avait deux de ces oiseaux en décembre 1970, dans les bâtiments de la réserve (M. Laperle, comm. pers.). Godfrey (1967: 246) précise qu'elle niche rarement dans le sud-ouest du Québec (Berthierville).

Ouellet (1974: 86) fait état de quatre mentions dans la région de Montréal. Il croit que cette espèce aux mœurs très discrètes est peut-être plus nombreuse qu'on ne le suppose dans cette région.

Tyran de l'Ouest *Tyrannus verticalis* Say.

DesGranges (1975) rapporte la collection d'un spécimen à la réserve du cap Tourmente le 1er septembre 1969. Il s'agissait du deuxième spécimen pour le Québec et de la quatrième mention visuelle. Le COQ a depuis signalé quelques autres mentions pour la province.

Traquet motteux *Oenanthe oenanthe* (Linnaeus)

Le COQ signale la présence d'un individu, du 20 au 23 octobre 1974, au cap Tourmente. Il s'agirait de l'une des premières observations dans cette partie du Québec au sud de la basse côte nord du Saint-Laurent et de l'île Anticosti.

Godfrey (1967: 349) affirme que quelques individus se rencontrent au cours des migrations dans le sud du Québec (Godbout, cours inférieur de la rivière Moisie, Natashquan et île Anticosti).

Solitaire de Townsend *Myadestes Townsendi* (Audubon)

On a noté un individu à la réserve du cap Tourmente, le 17 novembre 1975. Il semblait se nourrir d'insectes qu'il trouvait au sol sur le gravier d'un stationnement et sur un terrain inculte adj

cent (Y. Bastien, comm. pers.). Le COQ mentionne cette espèce les 25 janvier et 21 février 1976, toujours au même endroit. Il pourrait s'agir du même oiseau.

Ouellet (1974: 119) fait état de la présence d'un individu à Montréal à partir du 17 décembre 1967 jusqu'au 10 janvier 1968 et considère cette mention comme la première pour le Québec.

Fauvette à croupion jaune *Dendroica coronata auduboni* (Townsend)

J'ai identifié un individu appartenant à cette sous-espèce, le 16 avril 1975. Il se nourrissait des mouches domestiques *Musca domestica* qu'il trouvait à proximité des fenêtres d'une maison. J'ai collectionné l'oiseau et le spécimen fait maintenant partie de la collection du Musée des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada (Numéro 65375). L'analyse du plumage a révélé qu'il s'agissait d'un mâle dont la mue prénuptiale n'était pas complétée (H. Ouellet, comm. pers.). Le COQ signale une mention visuelle, le 11 mai 1974, à Rimouski. Il s'agissait également d'un mâle.

Fauvette polyglotte *Icteria virens* Linnaeus

J'ai identifié une Fauvette polyglotte, le 8 octobre 1973, dans le verger du Centre d'histoire naturelle du cap Tourmente. L'oiseau semblait se nourrir d'insectes ou de larves qui vivent dans les pommes et peut-être des fruits eux-mêmes. Je l'ai observé à plusieurs reprises, agrippé aux fruits.

Ouellet (1974: 136) cite deux mentions dans la région de Montréal et une au lac Saint-Jean. Le COQ fait état de la présence d'un individu à Lévis, le 30 septembre 1962 et l'a signalée à quelques reprises, depuis.

Tangara vermillon *Piranga rubra* (Linnaeus)

J'ai observé un mâle en plumage nuptial, le 14 mai 1973. L'oiseau, peu farouche, se tenait dans un pommier *Malus pumila* et fut observé à loisir. Le COQ rapporte la présence d'un individu au cap Tourmente, le 21 mai 1963. Ouellet (1974: 143) et Godfrey (1967: 423) considèrent sa présence au Québec comme hypothétique.

ESPÈCES INUSITÉES POUR LA RÉGION DE LA VILLE DE QUÉBEC

La présence de ces espèces dans la région est reconnue par quelques mentions du COQ. Il s'agit d'espèces qu'on rencontre habituellement en plus grands nombres et plus souvent dans le sud du Québec.

Fou de Bassan *Morus bassanus* (Linnaeus)

J'ai repéré un juvénile dans un vol d'Oies blanches, le 29 octobre 1972. Quelques jours auparavant, on abattait un autre juvénile, par méprise, au cours d'une chasse contingentée. Le COQ signale la présence d'un individu, le 17 octobre 1955 et le 4 novembre 1976. Dans les deux cas, l'oiseau se tenait en compagnie des Oies blanches.

Héron garde-bœufs *Bubulcus ibis* (Linnaeus)

Un individu se trouvait dans un champ cultivé, le 20 avril 1976 (G. Chapdelaine et P. Dupuis, comm. pers.). Il s'agit de l'une des premières mentions dans la région, de l'une des plus orientales sur la rive nord du Saint-Laurent et de l'une des plus hâtives au Québec (N. David, comm. pers.).

Grande Aigrette *Casmerodius albus* (Linnaeus)

Le COQ mentionne la présence d'un individu à la réserve du cap Tourmente,

' avril 1974. Il signale sa présence ıis quelques décades dans la région, en de très rares occasions. DesGran- (1971) fait une rétrospective des ıritions de cette espèce au Québec te une mention pour Saint-Charles- ıellechasse en août 1939 et une · Saint-Jean-Port-Joli le 14 août .

à front blanc *Anser albifrons* (Sco-

ıi repéré un individu parmi les Oies ches, le 10 octobre 1976 et le 30 ɜmbre 1977. Plusieurs membres du ont remarqué la présence d'un ou : oiseaux à quelques reprises en au- ıe, en 1974 et 1975. Le COQ a noté ıdividu le 20 octobre 1953, les 8 et tobre 1972 et le 7 octobre 1973.

hite (1926) rapporte la collection spécimen au cap Tourmente, la ıière semaine du mois de novembre ı. Un autre oiseau, capturé dans la ɔn, le 20 octobre 1953, appartenait sous-espèce *flavirostris*, que l'on ɔuve au Groenland (R. Cayouette m. pers.). Godfrey (1967) confirme résence occasionnelle de la forme *rostris* dans l'estuaire du Saint- 'ent et laisse croire que la sous- ɔce nord-américaine *frontalis* peut ıi se rencontrer dans l'est du inent.

illon à tête rouge *Aythya americana* ɔn)

ai observé un mâle en mue sur un g aménagé, le 11 septembre 1973. :OQ signale la présence d'un oiseau 1 et 15 septembre 1973. Il est pro- e qu'il s'agisse du même individu.

illon à dos blanc *Aythya valisineria* ɜon)

ai repéré quatre individus, sur le ve, le 20 avril 1976. Bien que le COQ ɔnsigné plusieurs mentions de cette espèce dans la région de Québec depuis quelques années, il s'agit à ma connaissance de la première pour la région du cap Tourmente.

Canard roux *Oxyura jamaicensis* (Gmelin)

J'ai noté la présence d'un individu sur un étang aménagé, les 10 et 11 octobre 1972. Il s'agit probablement de la première mention pour la région du cap Tourmente. Toutefois, le COQ signale sa présence sporadiquement en automne depuis quelques années dans la région de Québec.

Gallinule commune *Gallinula chloropus* (Linnaeus)

Le COQ fait état de la présence d'un individu au cap Tourmente le 6 octobre 1973. On a observé deux de ces oiseaux, de façon sporadique, en mai 1975 (L. Matte, comm. pers.).

Coulicou à bec jaune *Coccyzus americanus* (Linnaeus)

Le COQ rapporte l'observation d'un individu qui se déplaçait dans les cimes d'ormes *Ulmus americana* qui bordent le chemin vicinal, le 1er octobre 1975.

Petit-Duc maculé *Otus asio* (Linnaeus)

Le COQ fait état d'une seule mention pour le cap Tourmente, le 4 mars 1972.

Pic à tête rouge *Melanerpes erythrocephalus* (Linnaeus)

J'ai observé un jeune mâle, le 12 septembre 1972, ainsi que le 30 septembre 1977. Le COQ rapporte quelques mentions pour la région de Québec.

Faute de preuves plus tangibles, je suis d'avis qu'on ne peut envisager une nidification dans la région et qu'il s'agit probablement d'un cas de dispersion après la période de nidification. Godfrey (1967 : 277) précise que son aire de nidification se limite au sud-ouest du Québec (Hudson Heights, Lachine, Hatley).

Hirondelle à ailes hérissées *Stelgidopteryx ruficollis* (Vieillot)

Whittam (1971, rapport SCF inédit) a repéré un individu dans un groupe d'Hirondelles des sables *Riparia riparia* qui voltigeaient au-dessus du marécage côtier le 23 juin 1971. Il s'agit à ma connaissance de l'unique mention de cette espèce dans la région du cap Tourmente.

Gobe-mouches gris-bleu *Polioptila caerulea* (Linnaeus)

J'ai noté un individu, le 17 mai 1976, dans un boisé d'aubépines *Crataegus* sp. Le COQ signale la présence de cette espèce, le 23 octobre 1975, au poste d'alimentation du Centre d'histoire naturelle et précise qu'il s'agit de l'une des mentions les plus tardives au Québec. Un seul oiseau était présent. Le COQ l'a noté à quelques reprises, ailleurs dans la région de Québec.

Fauvette à ailes dorées *Vermivora chrysoptera* (Linnaeus)

Le COQ a noté cette fauvette le 23 mai 1957 et le 27 mai 1973. Il s'agissait d'individus seuls.

Sturnelle de l'Ouest *Sturnella neglecta* Audubon

Le COQ rapporte qu'un individu était présent le 12 mai 1965. Il signale deux individus en avril, mai et juin 1969 et deux autres oiseaux le 7 mai 1972.

Dickcissel *Spiza americana* (Gmelin)

J'ai observé un individu à un poste d'alimentation le 17 octobre 1972. Il s'agissait d'une femelle adulte ou d'un juvénile et son arrivée coincidait avec un influx important de Pinsons à couronne blanche *Zonotrichia leucophrys*. L'oiseau est demeuré à cet endroit jusqu'au 20 octobre. Le COQ a noté deux individus, le 22 octobre 1975, au poste d'alimentation du Centre d'histoire naturelle.

EXTENSION DES AIRES DE NIDIFICATION

Canard siffleur d'Amérique *Anas americana* Gmelin

D'après les inventaires réalisés par le SCF de 1970 à 1975, cette espèce niche sur la réserve du cap Tourmente. On a observé une couvée en 1973 et une autre en 1974. Au moins six couvées étaient présentes en 1976 (B. van Dijk, 1977, rapport SCF inédit). Les études du SCF sur la sauvagine de la vallée du Saint-Laurent ont révélé que la limite orientale de son aire de nidification ne dépasse guère la région de Gentilly. Godfrey (1967: 75) situe cette même limite dans la région de Nicolet.

Canard souchet *Anas clypeata* Linnaeus

D'après les inventaires du SCF, deux couvées étaient présentes en 1973 et cinq en 1974. Van Dijk (1977, rapport SCF inédit) a dénombré sept couvées en 1976. Les inventaires du SCF dans la vallée du Saint-Laurent révèlent la présence d'une couvée, le 8 juillet 1976, à Saint-Augustin, comté de Portneuf (D. Lehoux, comm. pers.). Il niche également au lac Saint-Jean comme le prouve l'observation de deux couvées comprenant trois ou quatre jeunes, les 15 et 16 juillet 1968 (A. Reed, comm. pers.). Enfin, au cours d'un programme de baguage d'oiseaux réalisé à l'Isle-Verte on a noté trois couvées comme suit: (6 jeunes) le 12 juillet 1972, (2 jeunes) le 14 août 1973 et (6 jeunes) le 20 juillet 1977 (M. Laverdière, comm. pers.).

Godfrey (1967: 76) ne cite aucun cas de nidification pour le Québec dans son texte, mais en représente deux sur sa carte. Il s'agit des régions de Montréal et du lac Saint-Pierre.

Canard huppé *Aix sponsa* (Linnaeus)

Un nid contenant dix œufs, à l'intérieur d'un nichoir spécialement conçu pour cette espèce, a été trouvé en 1976.

On a par la suite observé une couvée sur l'étang à proximité duquel était localisé le nichoir. Deux autres couvées étaient présentes au cours de cette année, ailleurs sur la réserve (B. van Dijk, 1977, rapport SCF inédit).

Godfrey (1967: 78) précise qu'il niche dans le sud-ouest du Québec jusqu'à l'île aux Coudres au nord.

Maubèche des champs *Bartramia longicauda* (Bechstein)

Whittam (1971, rapport SCF inédit) rapporte l'observation régulière d'un couple durant le printemps et l'été de 1971 à partir du 26 mai. Il considère que ce couple a niché sur la réserve. Le COQ a noté deux oiseaux, probablement les mêmes, le 4 juillet 1971. Il rapporte aussi la présence d'individus seuls les 14 et 26 juillet et le 8 août 1974.

Godfrey (1967: 170) rapporte que cette maubèche a déjà niché à Aylmer, Montréal et Hatley au Québec.

Troglodyte des marais *Cistothorus palustris* (Wilson)

J'ai noté régulièrement la présence d'un couple durant l'été de 1973 dans un étang aménagé. Whittam (1971, rapport SCF inédit) fait mention d'une petite colonie découverte, le 30 juillet 1971, dans un marais à quenouilles *Typha* sp. à l'ouest de la propriété. Cependant il ne précise pas s'il a trouvé des nids ou observé des adultes nourrissant des jeunes. Les mentions estivales du COQ ont trait à cinq oiseaux observés, le 31 juillet 1973, et à trois autres, le 13 juillet 1974. L'aménagement d'étangs à quenouilles offre à cette espèce un excellent habitat de nidification. Ces nombreuses mentions estivales me portent à affirmer que cette espèce niche au cap Tourmente. Godfrey (1967: 333) situe la limite septentrionale de son aire de nidification au niveau de Magog et Sorel au Québec.

Pinson à queue aiguë *Ammospiza caudacuta* (Gmelin)

J'ai consigné plusieurs observations d'un à cinq mâles en plein chant, du 5 juillet au 10 août, régulièrement, de 1972 à 1976. Le COQ fait état de la présence de plusieurs individus, très régulièrement, en juin et en août depuis 1969. Au cap Tourmente, son habitat consiste en des marais côtiers peuplés de carex *Carex sp.*, de spartine *Spartina pectinata*, de quelques saules *Salix sp.* et d'aulne *Alnus rugosa*. Godfrey (1967: 454) exclut la rive septentrionale du fleuve Saint-Laurent de son aire de nidification.

LISTE DES ESPÈCES OBSERVÉES AU CAP TOURMENTE

J'ai dressé cette liste présentée en appendice, à partir de mes notes personnelles, de celles du COQ, des rapports inédits du SCF et des ouvrages cités en référence.

On trouvera à la suite des noms français, anglais et scientifique de chaque espèce le nombre de mentions recueillies (N_1), le nombre total d'oiseaux observés (N_2) et le nombre moyen d'oiseaux par mention (N_2/N_1). Ce dernier peut donner une idée de l'abondance relative de chaque espèce, mais doit être interprété avec prudence à cause de la très grande variabilité du mode d'échantillonnage selon les observateurs. Enfin, dans la dernière colonne, la présence d'un astérisque indique que l'espèce est considérée comme nicheuse.

On a dénombré jusqu'à maintenant un total de 242 espèces différentes, représentant 46 familles. De ce nombre, 51 ont fait l'objet de trois mentions ou moins. Cent espèces sont reconnues comme nicheuses alors que 15 autres sont considérées comme des nicheuses probables.

Discussion

La famille des *Anatidae* est de loin celle qui est la mieux représentée quant au nombre d'oiseaux dénombrés. Les *Icteridae, Sturnidae, Fringillidae* et *Hirundinidae* constituent les autres familles importantes en nombre. Les familles d'oiseaux de proie, tant diurnes *(Accipitridae, Pandionidae* et *Falconidae)* que nocturnes *(Tytonidae* et *Strigidae)* sont remarquablement bien représentées au niveau de la diversité des espèces. En effet, sur les 26 espèces qu'il nous est possible de rencontrer au Québec, une seule n'a pas été observée. Il s'agit de la Chouette de terrier *(Speotyto cunicularia)* dont le COQ n'a signalé la présence au Québec qu'en trois occasions jusqu'à ce jour.

Par contre, on remarque que dans la famille des *Scolopacidae*, seulement 75 pour cent des espèces du Québec ont été homologuées pour la région du cap Tourmente. De plus, le nombre de mentions et le nombre total d'oiseaux observés sont très faibles. Toutefois, on peut attribuer cette lacune à la difficulté d'inventorier les habitats fréquentés par ces oiseaux à cause de la nature vaseuse du substrat et de la densité de la végétation.

La situation géographique de la réserve nationale de faune du cap Tourmente est responsable en bonne partie de la diversité et des fortes populations d'oiseaux qu'on y rencontre. En effet, la présence du fleuve et d'une montagne de 700 mètres de hauteur permet l'étagement de toute une série d'habitats, depuis le fleuve lui-même jusqu'aux endroits les plus secs. Cette diversité d'habitats est encore accentuée par le fait que le cap Tourmente fait partie de l'écotone très étroit qui existe entre la région forestière boréale, caractérisée par des peuplements où dominent les épinettes *Picea* sp. et la région forestière des Grands Lacs et du Saint-Laurent, caractérisée par des associations très variées d'essences conifériennes et feuillues (Rowe, 1972: 6 et 11).

Enfin, l'aménagement du territoire pour la sauvagine a contribué à l'augmentation de la diversité des espèces en offrant aux oiseaux de nouveaux habitats fauniques qui n'existaient pas auparavant sur la réserve.

Remerciements

Je tiens à remercier MM. M. Cantin, J.-L. DesGranges et A. Reed du Service canadien de la faune, ainsi que M. H. Ouellet des Musées nationaux du Canada pour leurs précieux conseils et l'aide qu'ils ont bien voulu m'apporter en corrigeant ce manuscrit. Je remercie aussi M. R. Cayouette du Jardin zoologique de Québec qui m'a facilité l'accès au fichier du Club des ornithologues du Québec et M. N. David du Centre de recherches écologiques de Montréal pour les données ornithologiques qu'il m'a gracieusement fournies.

Références

AMERICAN ORNITHOLOGISTS' UNION. 1957. Check-list of North American Birds, 5e éd. — The Lord Baltimore Press, Baltimore, U.S.A., 691 p.

AMERICAN ORNITHOLOGISTS' UNION. 1973a. Thirty-second Supplement to the American Ornithologists' Union Check List of North American Birds. — Auk, 90: 411-419.

AMERICAN ORNITHOLOGISTS' UNION. 1973b. Corrections and additions to the Thirty-second Supplement. — Auk, 90: 887.

AMERICAN ORNITHOLOGISTS' UNION. 1976. Thirty-third Supplement to the American Ornithologists' Union Check List of North American Birds. — Auk, 93: 876-879.

CAYOUETTE, R. 1975. L'Oie de Ross au Québec et sur les côtes de l'Atlantique. — Bull. Ornithol., 20 (2): 30-31.

CLUB DES ORNITHOLOGUES DU QUÉBEC INC. 1956-1976. Bulletin ornithologique. — Vol. 1 à 21.

DESGRANGES, J. L. 1971. Un nouveau spécimen de la Grande Aigrette au Québec. — Tchébec, 1: 98-99.

DESGRANGES, J. L. 1975. A Western Kingbird at Cap Tourmente, Quebec. — Can. Field-Nat., 89: 176.

DIONNE, C.-E. 1906. Les Oiseaux de la province de Québec. — Dussault et Proulx, Québec. 414 p.

GODFREY, W. E. 1967. Les Oiseaux du Canada — Musées Nationaux du Canada, Bull. No 203, Ottawa. 506 p.

OUELLET, H. 1974. Les oiseaux des collines montérégiennes et de la région de Montréal, Québec, Canada — Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada, publication de Zoologie No 5, Ottawa. 167 p.

REED, A. and L. S. MALTBY-PREVETT. 1975. Ross' Goose in Québec. — Can. Field-Nat., 89: 313.

ROWE, J. S. 1972. Les Régions forestières du Canada. — Service canadien des forêts, publication No 1300 F, Information Canada, Ottawa. 172 p.

SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE. 1972. Noms des oiseaux du Canada; Noms français, anglais et scientifiques. — Publication hors-série no. 2, 3e éd., Information Canada, Ottawa. 32 p.

WHITE, E. G. 1926. Some recent Goose Records at Cap Tourmente, Québec. — Can. Field-Nat., 40: 193.

Appendice

Liste des espèces d'oiseaux observées au cap Tourmente, Québec 1900-77

N_1: Nombre de mentions recueillies
N_2: Nombre total d'oiseaux observés
N_2/N_1: Nombre moyen d'oiseaux par mention
X: Espèce dont la nidification a été confirmée par la découverte d'un nid ou par l'observation d'adultes en train de nourrir des jeunes.

Famille	*Nom français*	*Nom anglais*	*Nom scientifique*	N_1	N_2	N_2/N_1	X
1. Gaviidae	Huart à collier	Common Loon	*Gavia immer*	8	14	1,70	
2. Podicipedidae	Grèbe cornu	Horned Grebe	*Podiceps auritus*	5	5	1,00	
	Grèbe à bec bigarré	Pied-billed Grebe	*Podilymbus podiceps*	10	13	1,30	
3. Sulidae	Fou de Bassan	Northern Gannet	*Morus bassanus*	3	3	1,00	
4. Phalacrocoracidae	Cormoran à aigrettes	Double-crested Cormorant	*Phalacrocorax auritus*	58	335	5,80	
5. Ardeidae	Grand Héron	Great Blue Heron	*Ardea herodias*	64	99	1,54	
	Héron vert	Northern Green Heron	*Butorides striatus*	3	4	1,33	
	Héron garde-bœufs	Cattle Egret	*Bubulcus ibis*	1	1	1,00	
	Grande Aigrette	Great Egret	*Casmerodius albus*	1	1	1,00	
	Bihoreau à couronne noire	Black-crowned Night Heron	*Nycticorax nycticorax*	42	97	2,30	
	Petit Butor	Least Bittern	*Ixobrychus exilis*	1	1	1,00	
	Butor d'Amérique	American Bittern	*Botaurus lentiginosus*	45	66	1,97	
6. Anatidae	Bernache du Canada	Canada Goose	*Branta canadensis*	94	12,220	130,00	
	Bernache cravant	Brant	*Branta bernicla*	7	36	5,14	
	Bernache nonnette	Barnacle Goose	*Branta leucopsis*	2	2	1,00	
	Oie à front blanc	White-fronted Goose	*Anser albifrons*	5	5	1,00	
	Oie blanche[1]	Snow Goose	*Chen caerulescens*	253	2,302,553	9,101,00	
	Oie de Ross	Ross' Goose	*Chen rossii*	3	4	1,33	
	Canard malard	Mallard	*Anas platyrhynchos*	108	740	6,85	*
	Canard noir	Black Duck	*Anas rubripes*	277	34,403	124,20	*
	Canard chipeau	Gadwall	*Anas strepera*	8	15	1,87	
	Canard pilet	Pintail	*Anas acuta*	197	4,488	22,78	*
	Sarcelle à ailes vertes	Green-winged Teal	*Anas crecca*	170	5,923	34,84	*
	Sarcelle à ailes bleues	Blue-winged Teal	*Anas discors*	124	1,834	14,79	*
	Canard siffleur d'Europe	European Wigeon	*Anas penelope*	2	2	1,00	

	Canard siffleur d'Amérique	American Wigeon	*Anas americana*	53	164	3,10	*
	Canard souchet	Northern Shoveler	*Anas clypeata*	99	621	6,27	*
	Canard huppé	Wood Duck	*Aix sponsa*	34	63	1,85	*
	Morillon à tête rouge	Redhead	*Aythya americana*	2	2	1,00	
	Morillon à collier	Ring-necked Duck	*Aythya collaris*	37	211	5,69	
	Morillon à dos blanc	Canvasback	*Aythya valisineria*	1	4	4,00	
	Grand Morillon	Greater Scaup	*Aythya marila*	3	9	3,00	
	Petit Morillon	Lesser Scaup	*Aythya affinis*	8	10	2,40	
	Garrot commun	Common Goldeneye	*Bucephala clangula*	24	125	5,20	
	Petit Garrot	Bufflehead	*Bucephala albeola*	19	29	1,50	
	Eider à duvet	Common Eider	*Somateria mollissima*	1	1	1,00	
	Canard roux	Ruddy Duck	*Oxyura jamaicensis*	2	2	1,00	
	Bec-scie couronné	Hooded Merganser	*Lophodytes cucullatus*	14	26	1,83	
	Grand Bec-sc e	Common Merganser	*Mergus merganser*	50	384	7,67	
	Bec-scie à poitrine rousse	Red-breasted Merganser	*Mergus serrator*	7	24	3,40	
7. Accipitridae	Autour	Goshawk	*Accipiter gentilis*	19	21	1,10	
	Épervier brun	Sharp-shinned Hawk	*Accipiter striatus*	66	162	2,46	
	Épervier de Cooper	Cooper's Hawk	*Accipiter cooperii*	17	20	1,19	
	Buse à queue rousse	Red-tailed Hawk	*Buteo jamaicensis*	69	117	1,70	
	Buse à épaulettes rousses	Red-shouldered Hawk	*Buteo lineatus*	61	85	1,40	*
	Petite Buse	Broad-winged Hawk	*Buteo platypterus*	25	49	1,97	*
	Buse pattue	Rough-legged Hawk	*Buteo lagopus*	179	394	2,20	
	Aigle doré	Golden Eagle	*Aquila chrysaëtos*	19	20	1,07	
	Aigle à tête blanche	Bald Eagle	*Haliaeetus leucocephalus*	6	6	1,00	
	Busard des marais	Marsh Hawk	*Circus cyaneus*	235	463	1,97	*
8. Pandionidae	Aigle-pêcheur	Osprey	*Pandion haliaetus*	28	28	1,00	
9. Falconidae	Gerfaut	Gyrfalcon	*Falco rusticolus*	1	1	1,00	
	Faucon pèlerin	Peregrine Falcon	*Falco peregrinus*	19	19	1,00	
	Faucon émerillon	Merlin	*Falco columbarius*	21	24	1,14	
	Crécerelle d'Amérique	American Kestrel	*Falco sparverius*	234	812	3,47	*
10. Tetraonidae	Tétras des savanes	Spruce Grouse	*Canachites canadensis*	1	1	1,00	
	Gélinotte huppée	Ruffed Grouse	*Bonasa umbellus*	69	167	2,11	*
11. Rallidae	Râle de Virginie	Virginia Rail	*Rallus limicola*	10	21	2,08	*
	Râle de Caroline	Sora	*Porzana carolina*	42	67	1,59	*

	Râle jaune	Yellow Rail	*Coturnicops noveboracensis*	14	16	1,09	*
	Gallinule commune	Common Gallinule	*Gallinula chloropus*	5	5	1,00	
	Foulque d'Amérique	American Coot	*Fulica americana*	16	36	2,22	
12. Charadriidae	Pluvier à collier	Semipalmated Plover	*Charadrius semipalmatus*	11	33	3,00	
	Pluvier kildir	Killdeer	*Charadrius vociferus*	211	899	4,26	*
	Pluvier argenté	Black-bellied Plover	*Pluvialis squatarola*	12	42	3,50	
13. Scolopacidae	Tournepierre roux	Ruddy Turnstone	*Arenaria interpres*	2	4	2,00	
	Bécasse d'Amérique	American Woodcock	*Philohela minor*	50	152	3,04	*
	Bécassine des marais	Common Snipe	*Capella gallinago*	204	792	3,88	*
	Maubèche des champs	Upland Sandpiper	*Bartramia longicauda*	8	11	1,39	
	Maubèche branle-queue	Spotted Sandpiper	*Actitis macularia*	94	193	2,05	
	Chevalier solitaire	Solitary Sandpiper	*Tringa solitaria*	92	209	2,27	
	Grand Chevalier à pattes jaunes	Greater Yellowlegs	*Tringa melanoleuca*	40	98	2,46	
	Petit Chevalier à pattes jaunes	Lesser Yellowlegs	*Tringa flavipes*	20	72	3,60	
	Bécasseau à poitrine rousse	Red Knot	*Calidris canutus*	1	1	1,00	
	Bécasseau maritime	Purple Sandpiper	*Calidris maritima*	1	1	1,00	
	Bécasseau à poitrine cendrée	Pectoral Sandpiper	*Calidris melanotos*	12	34	2,83	
	Bécasseau à croupion blanc	White-rumped Sandpiper	*Calidris fuscicollis*	4	21	5,17	
	Bécasseau minuscule	Least Sandpiper	*Calidris minutilla*		186	7,45	
	Bécasseau variable	Dunlin	*Calidris alpina*	2	6	3,20	
	Bécasseau semi-palmé	Semipalmated Sandpiper	*Calidris pusilla*	13	398	30,63	
	Bécasseau sanderling	Sanderling	*Calidris alba*	1	1	1,00	
	Bécasseau roux	Short-billed Dowitcher	*Limnodromus griseus*	4	8	2,00	
	Chevalier combattant	Ruff	*Philomachus pugnax*	2	2	1,00	
14. Phalaropodidae	Phalarope hyperboréen	Northern Phalarope	*Lobipes lobatus*	4	5	1,20	
15. Laridae	Goéland bourgmestre	Glaucous Gull	*Larus hyperboreus*	2	2	1,00	
	Goéland arctique	Iceland Gull	*Larus glaucoides*	2	2	1,00	
	Goéland à manteau noir	Great Black-backed Gull	*Larus marinus*	124	353	2,85	
	Goéland argenté	Herring Gull	*Larus argentatus*	101	5429	53,75	
	Goéland à bec cerclé	Ring-billed Gull	*Larus delawarensis*	257	3416	13,29	
	Mouette de Bonaparte	Bonaparte's Gul	*Larus philadelphia*	1	3	3,00	
	Sterne commune	Common Tern	*Sterna hirundo*	2	2	1,00	
	Sterne noire	Black Tern	*Childonias niger*	1	1	1,00	

16. Alcidae	Guillemot noir	Black Guillemot	*Cepphus grylle*	1	1	1,00	
17. Columbidae	Tourterelle triste	Mourning Dove	*Zenaida macroura*	76	140	1,84	
	Pigeon biset	Rock Dove	*Columba livia*	210	1432	6,82	
18. Cuculidae	Coulicou à bec jaune	Yellow-billed Cuckoo	*Coccyzus americanus*	1	1	1,00	
	Coulicou à bec noir	Black-billed Cuckoo	*Coccyzus erythropthalmus*	13	16	1,26	
19. Tytonidae	Effraie	Barn Owl	*Tyto alba*	3	3	1,00	
20. Strigidae	Petit-Duc maculé	Screech Owl	*Otus asio*	1	1	1,00	
	Grand-Duc d'Amérique	Great Horned Owl	*Bubo virginianus*	26	36	1,40	•
	Harfang des neiges	Snowy Owl	*Nyctea scandiaca*	7	9	1,30	
	Chouette épervière	Hawk Owl	*Surnia ulula*	2	2	1,00	•
	Chouette rayée	Barred Owl	*Strix varia*	73	82	1,12	•
	Chouette cendrée	Great Gray Owl	*Strix nebulosa*	9	17	1,90	
	Hibou moyen-duc	Long-eared Owl	*Asio otus*	1	1	1,00	
	Hibou des marais	Short-eared Owl	*Asio flammeus*	6	9	1,50	
	Nyctale boréale	Boreal Owl	*Aegolius funereus*	2	2	1,00	
	Petite Nyctale	Saw-whet Owl	*Aegolius acadicus*	9	10	1,11	
21. Caprimulgidae	Engoulevent bois-pourri	Whip-poor-will	*Caprimulgus vociferus*	3	3	1,00	
	Engoulevent mange-maringouins	Common Nighthawk	*Chordeiles minor*	3	3	1,00	
22. Apopidae	Martinet ramoneur	Chimney Swift	*Chaetura pelagica*	63	219	3,48	•
23. Trochilidae	Colibri à gorge rubis	Ruby-throated Hummingbird	*Archilochus colubris*	96	192	2,00	•
24. Alcedinidae	Martin-pêcheur d'Amérique	Belted Kingfisher	*Megaceryle alcyon*	133	225	1,69	•
25. Picidae	Pic flamboyant	Common Flicker	*Colaptes auratus*	170	434	2,55	•
	Grand Pic	Pileated Woodpecker	*Dryocopus pileatus*	50	60	1,20	•
	Pic à tête rouge	Red-headed Woodpecker	*Melanerpes erythrocephalus*	1	1	1,00	
	Pic maculé	Yellow-bellied Sapsucker	*Sphyrapicus varius*	30	33	1,09	•
	Pic chevelu	Hairy Woodpecker	*Picoides villosus*	105	183	1,74	•
	Pic mineur	Downy Woodpecker	*Picoides pubescens*	170	398	2,34	•
	Pic à dos noir	Black-backed Three-toad Woodpecker	*Picoides arcticus*	13	13	1,00	
	Pic à dos rayé	Northern Three-toed Woodpecker	*Picoides tridactylus*	7	8	1,10	
26. Tyrannidae	Tyran tritri	Eastern Kingbird	*Tyrannus tyrannus*	106	228	2,15	

	Tyran de l'Ouest	Western Kingbird	*Tyrannus verticalis*	1	1	1,00	
	Moucherolle huppé	Great Crested Flycatcher	*Myiarchus crinitus*	34	46	1,35	•
	Moucherolle phébi	Eastern Phoebe	*Sayornis phoebe*	40	52	1,31	•
	Moucherolle à ventre jaune	Yellow-bellied Flycatcher	*Empidonax flaviventris*	11	12	1,09	•
	Moucherolle des aulnes	Alder Flycatcher	*Empidonax alnorum*	44	132	1,09	•
	Moucherolle tchébec	Least Flycatcher	*Empidonax minimus*	111	480	4,32	•
	Pioui de l'Est	Eastern Wood Pewee	*Contopus virens*	103	218	2,12	•
	Moucherolle à côtés olive	Olive-sided Flycatcher	*Nuttallornis borealis*	23	37	1,61	•
27. Alaudidae	Alouette cornue	Horned Lark	*Eremophila alpestris*	80	612	7,65	
28. Hirundinidae	Hirondelle bicolore	Tree Swallow	*Iridoprocne bicolor*	161	6366	39,54	•
	Hirondelle des sables	Bank Swallow	*Riparia riparia*	127	15177	119,50	
	Hirondelle à ailes hérissées	Rough-winged Swallow	*Stelgidopteryx ruficollis*	1	1	1,00	
	Hirondelle des granges	Barn Swallow	*Hirundo rustica*	171	3227	18,87	•
	Hirondelle à fronc blanc	Cliff Swallow	*Petrochelidon pyrrhonota*	105	1212	11,54	•
	Hirondelle pourprée	Purple Martin	*Progne subis*	1	2	2,00	
29. Corvidae	Geai gris	Gray Jay	*Perisoreus canadensis*	66	85	1,29	
	Geai bleu	Blue Jay	*Cyanocitta cristata*	291	2020	6,94	•
	Grand Corbeau	Common Raven	*Corvus corax*	197	362	1,84	•
	Cornellie d'Amérique	Common Crow	*Corvus brachyrhynchos*	306	3779	12,35	•
30. Paridae	Mésange à tête noire	Black-capped Chickadee	*Parus atricapillus*	175	1421	8,12	•
	Mésange à tête brune	Boreal Chickadee	*Parus hudsonicus*	20	55	2,75	
31. Sittidae	Sittelle à poitrine blanche	White-breasted Nuthatch	*Sitta carolinensis*	118	211	1,79	•
	Sittelle à poitrine rousse	Red-breasted Nuthatch	*Sitta canadensis*	96	305	3,18	•
32. Certhiidae	Grimpereau brun	Brown Creeper	*Certhia familiaris*	88	236	2,68	•
33. Troglodytidae	Troglodyte familier	House Wren	*Troglodytes aedon*	8	9	1,12	
	Troglodyte des forêts	Winter Wren	*Troglodytes troglodytes*	100	260	2,60	•
	Troglodyte des marais	Long-billed Marsh Wren	*Cistothorus palustris*	15	24	1,60	•
	Troglodyte à bec court	Short-billed Marsh Wren	*Cistothorus platensis*	4	8	2,00	•
34. Mimidae	Moqueur polyglotte	Northern Mockingbird	*Mimus polyglottos*	9	9	1,00	
	Moqueur chat	Gray Catbird	*Dumetella carolinensis*	87	179	2,06	•
	Moqueur roux	Brown Trasher	*Toxostoma rufum*	3	4	1,33	
35. Turdidae	Merle d'Amérique	American Robin	*Turdus migratorius*	245	3185	13,00	•

	Grive des bois	Wood Thrush	*Hylocichla mustelina*	61	185	3,03	•
	Grive solitaire	Hermit Thrush	*Catharus guttatus*	62	149	2,40	•
	Grive à dos olive	Swainson's Thrush	*Catharus ustulatus*	46	188	4,09	•
	Grive à joues grises	Gray-cheeked Thrush	*Catharus minimus*	6	30	5,00	
	Grive fauve	Veery	*Catharus fuscescens*	82	388	4,73	•
	Merle-bleu à poitrine rouge	Eastern Bluebird	*Sialis sialis*	12	22	1,83	
	Traquet motteux	Northern Wheatear	*Oenanthe oenanthe*	3	3	1,00	
	Solitaire de Townsend	Townsend's Solitaire	*Myadestes townsendi*	4	4	1,00	
36. Sylviidae	Gobe-mouches gris-bleu	Blue-gray Gnatcatcher	*Polioptila caerulea*	2	2	1,00	
	Roitelet à couronne dorée	Golden-crowned Kinglet	*Regulus satrapa*	69	562	8,14	
	Roitelet à couronne rubis	Ruby-crowned Kinglet	*Regulus calendula*	125	1306	10,46	•
37. Motacillidae	Pipit commun	Water Pipit	*Anthus spinoletta*	44	767	17,43	
38. Bombycillidae	Jaseur de Bohême	Bohemian Waxwing	*Bombycilla garrulus*	4	46	12,00	
	Jaseur des cèdres	Cedar Waxwing	*Bombycilla cedrorum*	131	931	7,11	•
39. Laniidae	Pie-grièche boréale	Northern Shrike	*Lanius excubitor*	82	109	1,33	
	Pie-grièche migratrice	Loggerhead Shrike	*Lanius ludovicianus*	28	33	1,18	•
40. Sturnidae	Étourneau sansonnet	Starling	*Sturnus vulgaris*	342	21286	62,24	•
41. Vireonidae	Viréo à tête bleue	Solitary Vireo	*Vireo solitarius*	37	63	1,70	
	Viréo aux yeux rouges	Red-eyed Vireo	*Vireo olivaceus*	103	315	3,06	•
	Viréo de Philadelphie	Philadelphia Vireo	*Vireo philadelphicus*	26	129	4,96	
	Viréo mélodieux	Warbling Vireo	*Vireo gilvus*	4	4	1,00	
42. Parulidae	Fauvette noir et blanc	Black-and-white Warbler	*Mniotilta varia*	76	220	2,89	•
	Fauvette vermivore	Worm-eating Warbler	*Helmitheros vermivorus*	1	1	1,00	
	Fauvette à ailes dorées	Golden-winged Warbler	*Vermivora chrysoptera*	2	2	1,00	
	Fauvette obscure	Tennessee Warbler	*Vermivora peregrina*	78	648	8,31	•
	Fauvette verdâtre	Orange-crowned Warbler	*Vermivora celata*	12	14	1,17	
	Fauvette à joues grises	Nashville Warbler	*Vermivora ruficapilla*	93	548	5,89	•
	Fauvette parula	Northern Parula	*Parula americana*	54	136	2,52	•
	Fauvette jaune	Yellow Warbler	*Dendroica petechia*	61	113	1,85	•
	Fauvette à tête cendrée	Magnolia Warbler	*Dendroica magnolia*	65	322	4,95	•
	Fauvette tigrée	Cape May Warbler	*Dendroica tigrina*	40	156	3,90	
	Fauvette bleue à gorge noire	Black-throated Blue Warbler	*Dendroica caerulescens*	64	180	2,81	•
	Fauvette à croupion jaune	Myrtle Warbler	*Dendroica coronata*	154	3564	23,14	•

	Fauvette à croupion jaune	Myrtle Warbler	*Dendroica coronata auduboni*	1	1	1,00	
	Fauvette verte à gorge noire	Black-throated Green Warbler	*Dendroica virens*	65	320	4,92	*
	Fauvette à gorge orangée	Blackburnian Warbler	*Dendroica fusca*	55	289	5,25	*
	Fauvette à flancs marron	Chestnut-sided Warbler	*Dendroica pensylvanica*	53	249	4,70	*
	Fauvette à poitrine baie	Bay-breasted Warbler	*Dendroica castanea*	32	184	5,75	
	Fauvette rayée	Blackpoll Warbler	*Dendroica striata*	55	212	3,85	
	Fauvette des pins	Pine Warbler	*Dendroica pinus*	5	10	2,00	
	Fauvette à couronne rousse	Palm Warbler	*Dendroica palmarum*	26	37	1,42	
	Fauvette couronnée	Ovenbird	*Seiurus aurocapillus*	71	381	5,37	*
	Fauvette des ruisseaux	Northern Waterthrush	*Seiurus noveboracensis*	34	63	1,85	*
	Fauvette triste	Mourning Warbler	*Oporornis philadelphia*	36	60	1,67	*
	Fauvette masquée	Common Yellowthroat	*Geothlypis trichas*	152	619	4,07	*
	Fauvette polyglotte	Yellow-breasted Chat	*Icteria virens*	1	1	1,00	
	Fauvette à calotte noire	Wilson's Warbler	*Wilsonia pusilla*	79	773	9,78	
	Fauvette du Canada	Canada Warbler	*Wilsonia canadensis*	61	315	5,16	*
	Fauvette flamboyante	American Redstart	*Setophaga ruticilla*	100	578	5,78	*
43. Ploceidae	Moineau domestique	House Sparrow	*Passer domesticus*	385	4478	11,63	*
44. Icteridae	Goglu	Bobolink	*Dolichonyx oryzivorus*	151	3006	19,91	*
	Sturnelle des prés	Eastern Meadowlark	*Sturnella magna*	197	575	2,92	*
	Sturnelle de l'Ouest	Western Meadowlark	*Sturnella neglecta*	8	10	1,25	
	Carouge à épaulettes	Red-winged Blackbird	*Agelaius phoeniceus*	265	15030	56,72	*
	Oriole orangé	Northern Oriole	*Icterus galbula*	47	75	1,80	*
	Mainate rouilleux	Rusty Blackbird	*Euphagus carolinus*	89	866	9,73	
	Mainate bronzé	Common Grackle	*Quiscalus quiscula*	201	3007	14,96	*
	Vacher à tête brune	Brown-headed Cowbird	*Molothrus ater*	181	10885	80,14	*
45. Thraupidae	Tangara écariate	Scarlet Tanager	*Piranga olivacea*	28	45	1,61	*
	Tangara vermillon	Summer Tanager	*Piranga rubra*	2	2	1,00	*
46. Fringillidae	Gros-bec à poitrine rose	Rose-breasted Grosbeak	*Pheucticus ludovicianus*	96	417	4,26	*
	Bruant indigo	ndigo Bunting	*Passerina cyanea*	30	64	2,13	*
	Dickcissel	Dickcissel	*Spiza americana*	4	4	1,00	
	Gros-bec errant	Evening Grosbeak	*Hesperiphona vespertina*	121	1911	15,79	
	Roselin pourpré	Purple Finch	*Carpodacus purpureus*	142	1534	10,80	*
	Gros-bec des pins	Pine Grosbeak	*Pinicola enucleator*	93	1138	12,24	
	Sizerin blanchâtre	Hoary Redpoll	*Carduelis hornemanni*	1	1	1,00	

Chardonneret jaune	American Goldfinch	*Carduelis tristis*	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
Bec-croisé rouge	Red Crossbill	*Loxia curvirostra*	11	116	10,55	
Bec-croisé à ailes blanches	White-winged Crossbill	*Loxia leucoptera*	32	530	16,56	
Tohi aux yeux rouges	Rufous-sided Towhee	*Pipilo erythrophthalmus*	2	2	1,00	
Pinson des prés	Savannah Sparrow	*Passerculus sandwichensis*	177	1156	6,53	•
Pinson de Le Conte	Le Conte's Sparrow	*Ammospiza leconteii*	1	1	1,00	
Pinson à queue aiguë	Sharp-tailed Sparrow	*Ammospiza caudacuta*	28	59	2,11	•
Pinson vespéral	Vesper Sparrow	*Pooecetes gramineus*	34	63	1,85	
Junco ardoisé	Dark-eyed Junco	*Junco hyemalis*	154	7069	45,90	•
Pinson hudsonien	American Tree Sparrow	*Spizella arborea*	129	2098	16,26	
Pinson familier	Chipping Sparrow	*Spizella passerina*	52	121	2,33	•
Pinson des champs	Field Sparrow	*Spizella pusilla*	2	2	1,00	
Pinson à couronne blanche	White-crowned Sparrow	*Zonotrichia leucophrys*	121	2767	22,87	
Pinson à gorge blanche	White-throated Sparrow	*Zonotrichia albicollis*	213	2560	12,02	•
Pinson fauve	Fox Sparrow	*Passerella iliaca*	40	130	3,25	
Pinson de Lincoln	Lincoln's Sparrow	*Melospiza linconii*	47	106	2,26	•
Pinson des marais	Swamp Sparrow	*Melospiza georgiana*	129	397	3,08	•
Pinson chanteur	Song Sparrow	*Melospiza melodia*	263	2125	8,08	•
Bruant lapon	Lapland Longspur	*Calcarius lapponicus*	4	15	3,75	
Bruant des neiges	Snow Bunting	*Plectrophenax nivalis*	40	14392	359,80	

[1] Surtout *(Chen caerulescens atlantica)*, mais aussi quelques individus de la sous-espèce *caerulescens*, phase blanche et phase bleue.

Naturaliste can., 105: 195-207 (1978).

AIRES OMBROTHERMIQUES DES PRINCIPALES UNITÉS DE VÉGÉTATION DU QUÉBEC

Pierre RICHARD

Département de géographie, Université de Montréal C.P. 6128, Montréal

Résumé

Les aires ombrothermiques des formations de toundra, toundra forestière, taïga et des domaines climaciques forestiers du Québec méridional illustrent la relation plus ou moins étroite qui existe entre le climat et la couverture végétale. Les domaines de la pessière *(Piceetum)*, de la sapinière à bouleau blanc *(Betulo papyriferae-Abietetum)*, de l'érablière à bouleau jaune *(Betulo-Aceretum)*, de l'érablière laurentienne *(Aceretum sacchari)* et de l'érablière à caryer *(Caryo-Aceretum)* possèdent une aire ombrothermique assez bien individualisée. Le domaine de la sapinière à bouleau jaune *(Betulo luteae-Abietetum)*, par contre, ne présente pas de valeurs ombrothermiques distinctes, ce qui tendrait à lui conférer un statut de domaine de transition, sans contrôle climatique propre. Par ailleurs, l'aire ombrothermique de l'enclave du haut Saguenay et du lac Saint-Jean se rattacherait plus à celle de la sapinière à bouleau blanc, qu'à celle de l'érablière à bouleau jaune.

Abstract

The ombrothermic area (mean annual precipitation and temperature coupled values distribution over a given geographical area) of the tundra, the forest — tundra, the taïga and the forest climax domains of southern Québec illustrates the more or less close relationship existing between the climate and the vegetational cover. The following domains show a rather well individualized ombrothermic area: spruce domain *(Piceetum)*, white birch — balsam fir domain *(Betulo papyriferae-Abietetum)*, yellow birch — sugar maple domain *(Betulo-Aceretum)*, linden — sugar maple domain *(Aceretum sacchari)* and hickory — sugar maple domain *(Caryo-Aceretum)*. On the other hand, the yellow birch — balsam fir domain *(Betulo luteae-Abietetum)* does not offer distinctive ombrothermic values. This point to a transitional status for this unit, without an individualized climatic control. The Upper Saguenay — Lake St. John area would have an ombrothermic area more closely related to the one of the white birch — balsam fir domain thant to the one of the yellow birch — sugar maple domain.

Introduction

La distribution des êtres vivants à la surface de la terre se prête à plusieurs corrélations avec divers facteurs du milieu, corrélations auxquelles on attribue d'ailleurs souvent une valeur d'explication. Les relations de causalité ne peuvent toutefois ressortir que d'une étude approfondie, écosystémique, de l'ensemble des facteurs actuels et passés, biotiques et abiotiques régissant la distribution des organismes vivants dans la biosphère. Une telle étude ne saurait être réalisée «tant qu'on n'aura pas installé un laboratoire devant et derrière chaque caillou» (Rey, 1960, p. 10). Aussi n'est-il pas vain, dans l'impossibilité de réaliser un tel dispositif expérimental, de chercher à caractériser par des paramètres simples la distribution actuelle des êtres vivants, et d'en dégager les éléments utiles à l'explication des aires avec bien sûr, toute la tâche qui s'impose.

Le climat étant généralement reconnu comme l'agent principal de la différentiation spatiale de la couverture végétale, du moins à l'échelle des grands ensembles (formations, domaines), il semble intéressant de vérifier comment ce contrôle, ou du moins cette corrélation s'exprime pour les principales unités de végétation du Québec. Une telle caractérisation constitue évidemment un préalable à toute reconstitution paléoclimatique fondée sur la mise en évidence, dans le passé, de paysages végétaux semblables à ceux que nous connaissons aujourd'hui. Cette étude purement documentaire vise donc à établir un paramètre climatique utile à la reconstitution de l'histoire du climat du Québec par celle de la végétation, au moyen de l'analyse pollinique, depuis le retrait de l'inlandsis wisconsinien.

Les relations climat-végétation ressortent évidemment dans tous les travaux décrivant la végétation du Québec (Dansereau, 1972; Ducruc *et al.*, 1976; Payette, 1976; par exemple). Grandtner (1966), consacre un chapitre entier à la description de divers paramètres climatiques pouvant contribuer à expliquer la distribution de la végétation forestière du Québec méridional. Il en arrive ainsi à caractériser climatiquement les diverses unités de végétation par des valeurs moyennes ou des classes d'amplitude des divers paramètres choisis.

L'objet de la présente étude est de caractériser climatiquement les unités de végétation du Québec par leur aire ombrothermique et dans un deuxième temps, comparant les aires ombrothermiques entre elles, de critiquer le statut climatique des diverses unités de végétation. En celà, cette étude constitue un prolongement des travaux de Grandtner procédant, non plus de valeurs climatiques moyennes correspondant aux *unités de végétation*, mais d'une population de valeurs ombrothermiques reflétant le climat de l'ensemble du territoire occupé par l'une ou l'autre des unités de végétation. Nous verrons comment cette procédure permet d'éclairer d'un jour nouveau le problème du contrôle climatique de certaines unités de végétation du Québec.

Méthodes

La comparaison du climat et de la végétation implique un choix des paramètres. Ce choix est toutefois grandement limité par les données disponibles, comme on le verra par la suite. Il importe néanmoins que l'échelle des phénomènes observés de part et d'autre soit comparable, sans précision illusoire.

LES PARAMÈTRES CLIMATIQUES

Suivant en cela les travaux de Rey (1960), les paramètres climatiques retenus sont la température moyenne annuelle et la précipitation moyenne annuelle. L'auteur attribue aux valeurs ombrothermiques une haute signification écologique dans la définition climatique d'un milieu (Rey, 1960, p. 76). Ce choix est en outre étayé par le caractère universel de ces paramètres, du reste les seuls disponibles au Québec pour une période d'observation météorologique suffisamment longue. Par ailleurs, les diagrammes ombrothermiques sont souvent utilisés comme indice climatique, servant notamment à mettre en évidence la sécheresse et son influence sur la couverture végétale (Bagnouls et Gaussen, 1953; Gaussen et Bagnouls, 1957, entre autres).

Le point ombrothermique d'une localité est constitué du couple des valeurs thermique et pluviométrique annuelles moyennes mesurées à cet endroit (la neige est exprimée par l'épaisseur équivalente d'eau).

Les points ombrothermiques de 127 stations météorologiques dispersées sur l'ensemble du territoire québécois ont été établis à partir des sommaires climatiques publiés par le Ministère des richesses naturelles du Québec (Villeneuve, 1967). Les coordonnées des stations ont été tirées d'un Bulletin météorologique (Anonyme, 1973). Ces données apparaissent au tableau I. Seules les stations établies depuis plus de dix ans ont été retenues.

La distribution des stations météorologiques est très inégale au Québec, les plus nombreuses se trouvant au sud. Même là, le nombre de stations par rapport à l'aire couverte par chaque unité de végétation varie généralement en raison inverse de la superficie de chacune. Cet état de fait signifie que le nombre de points ombrothermiques varie grandement pour chaque unité, affectant ainsi la précision des aires ombrothermiques que l'on veut établir. Pour éviter ce problème, on pourrait utiliser une grille d'échantillonnage systématique superposée à une carte des isohyètes, comme l'a fait Rey pour la partie orientale de l'Amérique du Nord (1960 ; p. 247). Cette méthode fait toutefois intervenir un grand nombre d'interpolations qui, justifiées à l'échelle continentale, risquent d'être abusives à celle du Québec et pour les unités considérées. J'ai préféré m'en tenir aux données ponctuelles des stations météorologiques.

LES UNITÉS DE VÉGÉTATION

Deux sortes d'unités de végétation ont été retenues pour rendre compte de la couverture végétale du Québec (fig. 1). Pour le nord, on a choisi des formations végétales correspondant aux zones arctique, hémi-arctique et subarctique décrites par Rousseau (1968) et Payette (1976) : ce sont la toundra, la toundra forestière et la taïga. Pour le sud, les domaines climaciques forestiers proposés et décrits par Grandtner (1966, 1972) ont été utilisés : ce sont les domaines de la pessière, de la sapinière à bouleau blanc, de la sapinière à bouleau jaune, de l'érablière à bouleau jaune, de l'érablière laurentienne et de l'érablière à caryer.

Ces unités sont, d'après leurs auteurs, contrôlées en dernière analyse par le climat. Elles devraient donc présenter une relation étroite avec les données ombrothermiques. Par ailleurs, l'échelle à laquelle elles ont été cartographiées correspond assez bien à la densité relativement faible des stations pour lesquelles nous disposons de valeurs ombrothermiques.

Les limites de formations et de domaines ont été tracées d'après les seules données de terrain disponibles. Les unités peuvent donc être comparées entre elles sous l'angle ombrothermique, puisque ce paramètre n'est pas entré en ligne de compte dans la délimitation de l'aire géographique des unités. En effet, si on compare la figure 20 du travail de Grandtner (1966, p. 103), donnant la carte des domaines climaciques du Québec méridional, aux figures exprimant la distribution spatiale des divers paramètres climatiques décrits par l'auteur (fig. 10, 11, 12, 14, 15), il n'y a pas de correspondances directes. Les éléments cartographiés sont donc bien indépendants. De plus, les unités reportées sur la figure 1 du présent article intègrent des travaux de cartographie (Grandtner, 1972) et des observations personnelles fondés uniquement sur la distribution géographique de la végétation. Cette caractéristique essentielle des données a d'ailleurs été confirmée oralement par le professeur Grandtner.

L'ÉTABLISSEMENT DES AIRES OMBROTHERMIQUES

Les points ombrothermiques des stations météorologiques appartenant à

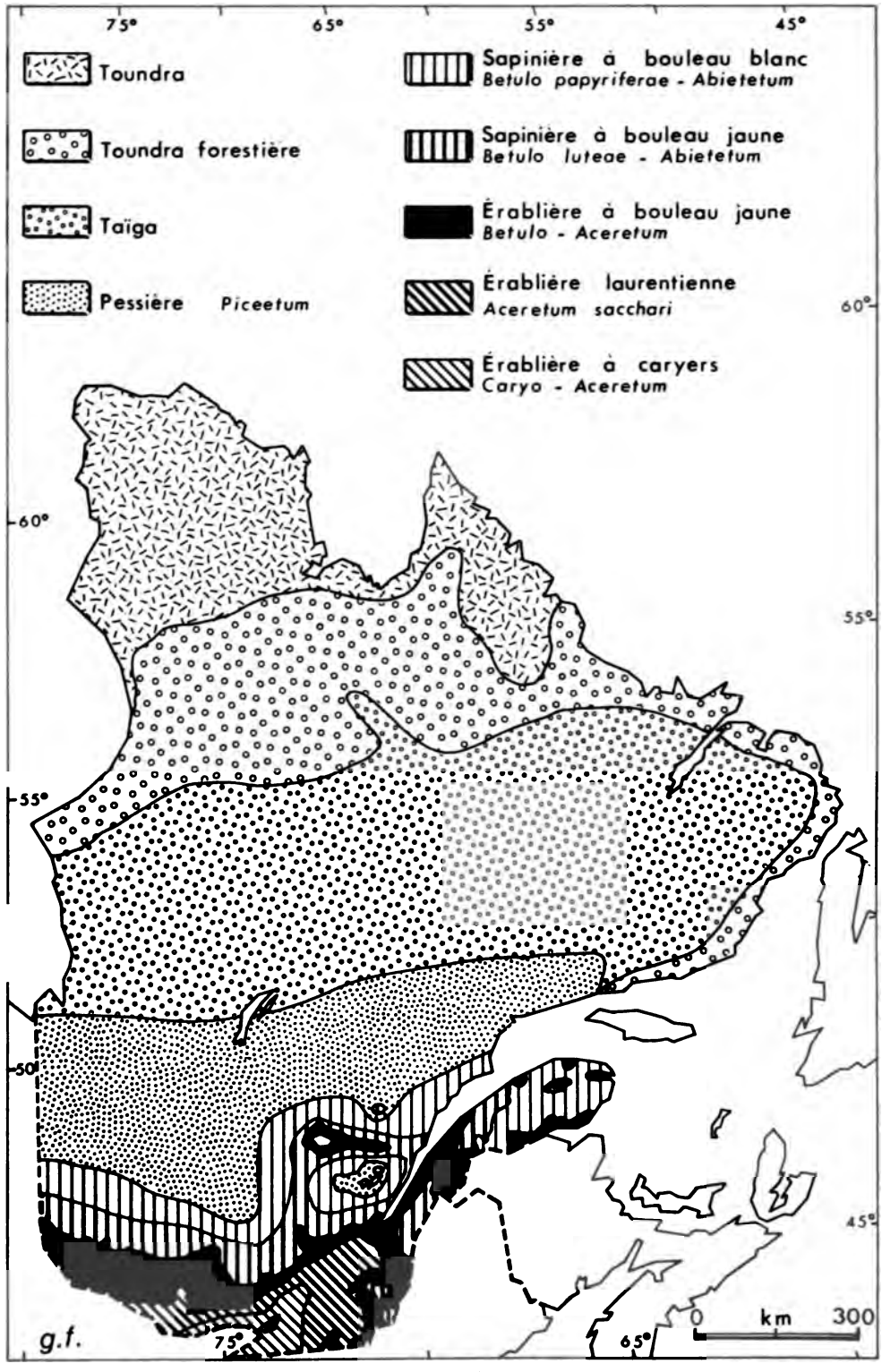


Figure 1. Unités de végétation du Québec, d'après Rousseau (1968), Payette (1976) et Grandtner (1966, 1972) (Légèrement modifiées).

chaque unité de végétation constituent les éléments pour établir l'aire ombrothermique de chacune d'elles. La moyenne des valeurs de précipitation et de température constitue le point ombrothermique moyen de chaque unité (tableau I).

Deux facteurs entraînent une imprécision de l'aire ombrothermique et du point ombrothermique moyen de chaque unité. Le premier est la rareté des données météorologiques, dans le nord du Québec. Le second relève de la précision dans le tracé de la limite géographique des unités. Certaines stations situées à la marge des aires peuvent avoir été incluses dans la mauvaise unité. Ce dernier facteur ne joue toutefois que faiblement lorsque le nombre des stations météorologiques est élevé et que leur distribution au sein de l'unité est assez uniforme, comme au sud du Québec (tableau I). Ces contraintes doivent néanmoins être gardées en mémoire lors de l'interprétation des aires ombrothermiques apparaissant sur la figure 2.

Résultats et discussion

L'examen de la figure 2 révèle un gradient ombrothermique général croissant, de la toundra à l'érablière. Le gradient de température croît avec la précipitation, de la toundra à la pessière, mais c'est principalement l'accroissement de la seule température qui permet de différencier les domaines climaciques forestiers entre eux. En raison du petit nombre de points ombrothermiques dans les formations de toundra, toundra forestière et de taïga, il est illusoire de pousser plus loin l'analyse. C'est donc pour les domaines climaciques forestiers que la caractérisation ombrothermique des aires est susceptible de livrer une information pertinente.

LE CONTRÔLE CLIMATIQUE DES DOMAINES CLIMACIQUES

En principe, à chaque domaine climacique devrait correspondre une aire ombrothermique bien individualisée, différente de celle des autres domaines. L'examen des aires ombrothermiques des domaines climaciques forestiers du Québec (fig. 2) montre un certain degré de chevauchement pouvant s'expliquer de différentes façons, selon les cas.

Par exemple, la surface commune aux aires de la pessière et de la sapinière à bouleau blanc (fig. 3) pourrait représenter l'aire de la sapinière à épinette noire, élevée au rang de domaine

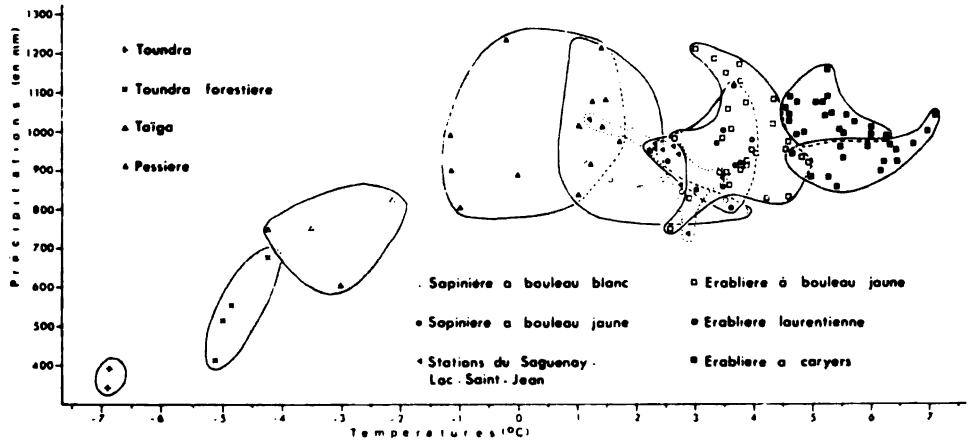


Figure 2. Aires ombrothermiques des principales unités de végétation du Québec.

TABLEAU I

Données ombrothermiques des stations météorologiques du Québec arrangées par type de végétation

Nom de la station	*Coordonnées lat. × long.*	*Altitude en mètres*	*Température annuelle moyenne en °C*	*Précipitation annuelle moyenne en mm*
TOUNDRA (arctique) (2 stations)				
Cape Hope's Adv.	61°05′ × 69°33′	73	−6,91	345
Inoucdjouac	58°27′ × 78°06′	—	−6,86	394
Point ombrothermique moyen			−6,89	370
TOUNDRA FORESTIÈRE (hémiarctique) (4 stations)				
Fort Chimo	58°06′ × 68°25′	35	−5,12	418
Fort McKenzie	56°53′ × 69°03′	76	−5,00	518
Indian House Lake	56°14′ × 64°44′	309	−4,84	553
Poste-de-la-Baleine	55°17′ × 77°46′	26	−4,23	679
Point ombrothermique moyen			−4,80	542
TAÏGA (subarctique) (4 stations)				
Fort George	53°50′ × 79°00′	7	−3,05	807
Lac Eon	51°51′ × 63°17′	558	−2,16	826
Nitchequon	53°12′ × 70°54′	533	−3,50	753
Schefferville	54°46′ × 66°49′	509	−4,23	747
Point ombrothermique moyen			3,24	733
PESSIÈRE (13 stations)				
Amos	48°34′ × 78°08′	308	1,04	838
Bge «A» (Lac Kempt)	47°33′ × 74°11′	418	1,20	914
Bge Gouin	48°21′ × 74°06′	402	1,04	1012
Bge Mondonac	47°27′ × 73°56′	455	1,71	977
Bge Passes Dangereuses	49°53′ × 71°16′	455	−0,20	1233
Chapais	49°47′ × 74°52′	400	−0,08	890
Manicouagan	49°07′ × 68°22′	15	−1,15	990
Manuan Lake	50°38′ × 70°32′	495	−1,15	899
Mistassini Post	50°25′ × 73°53′	378	−0,98	805
Parent	47°55′ × 74°37′	426	1,43	1014
Sept-Îles	50°13′ × 66°16′	58	1,26	1077
Harrington Harbour	50°32′ × 59°30′	8	1,43	1214
Natashquan	50°12′ × 61°49′	6	1,48	1082
Point ombrothermique moyen			0,54	996
SAPINIÈRE À BOULEAU BLANC (21 stations)				
Bge Cabonga	47°19′ × 76°28′	364	2,38	940
Bersimis	48°58′ × 68°37′	46	2,10	859
Cadillac	48°13′ × 78°23′	319	2,04	863
Causapscal	48°21′ × 67°13′	148	2,44	877
Grand Lac Victoria	47°50′ × 77°22′	327	1,09	1005
Lac Dozois	47°38′ × 77°18′	348	1,88	1016
Lac Onatchiway	48°59′ × 71°04′	318	0,96	1223
Mouan-Sanmaur	47°54′ × 73°48′	355	1,15	928
St-Louis	49°13′ × 65°44′	15	3,84	799

Nom de la station	*Coordonnées lat. × long.*	*Altitude en mètres*	*Température annuelle moyenne en °C*	*Précipitation annuelle moyenne en mm*
Normandin	48°51′ × 72°32′	136	1,32	799
Pointe S-O, Anticosti	49°25′ × 63°35′	9	2,77	848
Portage des Roches	48°18′ × 71°12′	164	2,21	958
Port Menier (Anticosti)	49°49′ × 64°21′	5	2,32	836
Point ombrothermique moyen			0,54	996
Rapide Blanc (no. 7)	47°48′ × 72°58′	275	1,99	966
Tadoussac	48°09′ × 69°43′	48	3,56	825
Val d'Or	48°06′ × 77°46′	303	1,80	878
Albanel	46°53′ × 72°47′	126	2,04	785
Baie Comeau	49°10′ × 88°24′	13	1,88	937
Bge Mitchinamecus	47°13′ × 75°10′	388	2,10	1124
Bge Mitis	46°20′ × 67°54′	265	2,21	1029
Lac Bouchette	48°16′ × 72°12′	318	0,76	918
Point ombrothermique moyen			2,03	925
SAPINIÈRE À BOULEAU JAUNE (11 stations)				
Bge des Quinze	47°33′ × 79°14′	264	2,55	928
Bge Mattawin	46°51′ × 73°39′	364	3,05	852
Bge Mercier	46°43′ × 75°59′	235	3,72	915
Cap Chat	49°05′ × 66°45′	36	3,50	1006
Cap Madeleine	49°15′ × 65°20′	28	3,50	860
La Malbaie	47°40′ × 70°09′	45	3,67	806
Lambton	45°50′ × 71°05′	371	3,95	961
La Tuque	47°27′ × 72°48′	124	3,78	915
Trinité-des-Monts	46°06′ × 66°28′	258	2,21	958
Disraeli	47°57′ × 71°17′	297	3,67	1120
Price	48°36′ × 68°06′	73	3,39	973
Point ombrothermique moyen			3,38	938
ÉRABLIÈRE À BOULEAU JAUNE (37 stations)				
Armagh	46°45′ × 70°35′	348	3,67	1009
Arvida	48°26′ × 71°11′	102	2,66	965
Bagotville	48°20′ × 71°00′	162	2,32	957
Bge Lac Morin	47°39′ × 69°31′	197	2,66	982
Bge Témiscamingue	46°43′ × 79°06′	180	4,3	831
Bic	48°22′ × 68°42′	18	3,56	861
Chicoutimi	48°25′ × 71°05′	45	3,39	890
Chute-à-Murdock	48°31′ × 71°15′	187	2,77	858
Chute-aux-Galets	46°39′ × 71°12′	152	1,20	1033
Chute Panet	48°52′ × 71°52′	152	3,56	1154
East Hereford	45°05′ × 71°30′	356	3,84	1076
High Falls	45°51′ × 75°39′	188	4,62	954
Huberdeau	45°58′ × 74°38′	212	4,84	932
Isle Maligne	46°34′ × 71°39′	76	2,44	957
Kénogami	48°25′ × 71°15′	115	2,72	945
Lac Mégantic	45°36′ × 70°52′	398	4,06	950
La Pocatière	47°21′ × 70°02′	30	4,34	1019
Maniwaki 2	46°22′ × 75°59′	169	4,62	832
Milan	45°35′ × 71°07′	479	3,33	1189
Mont-Joli	46°36′ × 88°12′	45	3,56	898
Mont-Laurier	46°34′ × 75°30′	242	3,78	914

Nom de la station	*Coordonnées lat. × long.*	*Altitude en mètres*	*Température annuelle moyenne en °C*	*Précipitation annuelle moyenne en mm*
Nominingue	46°23′ × 75°03′	272	3,84	916
Notre-Dame du Laus	46°07′ × 75°38′	212	4,34	1065
Pointe-au-Père	48°31′ × 68°28′	9	2,88	831
Roberval-Nord	48°32′ × 72°14′	102	2,83	737
St-Alban	46°42′ × 72°05′	45	3,78	1176
St-Ephrem	46°04′ × 70°57′	326	4,06	949
St-Féréol	47°07′ × 70°50′	227	3,05	1212
St-Tite	48°44′ × 72°39′	141	3,64	921
Ste-Agathe-des-Monts	46°03′ × 74°17′	364	3,67	1060
Ste-Rose-du-Dégelis	47°34′ × 68°38′	150	3,44	896
Shawinigan	46°34′ × 72°43′	93	4,62	965
Shipshaw	48°26′ × 71°12′	23	2,32	961
Thetford Mines	46°04′ × 71°19′	309	3,78	1132
Val-du-Lac	45°43′ × 75°42′	174	4,90	924
Ville-Marie	47°19′ × 79°26′	191	2,66	752
Matapédia	47°58′ × 66°56′	16	3,44	966
Point ombrothermique moyen			3,50	965
ÉRABLIÈRE LAURENTIENNE (20 stations)				
Ancienne-Lorette	46°48′ × 71°13′	90	4,56	1058
Beauceville	46°13′ × 70°47′	179	4,72	995
Coaticook	45°06′ × 71°48′	291	4,64	997
Donnacona	46°40′ × 71°45′	11	4,62	1045
Drummondville	45°53′ × 72°29′	82	5,52	1003
East Angus	45°30′ × 71°38′	188	5,07	1077
Farnham	45°18′ × 72°56′	68	6,30	991
Hemmings Falls	45°52′ × 72°27′	86	5,63	1046
Lennoxville	45°22′ × 71°51′	151	5,35	1050
Magog	45°15′ × 72°07′	265	5,70	1024
Nicolet	46°13′ × 72°37′	21	5,52	1003
Québec	46°49′ × 71°15′	8	5,29	1158
St-Jérôme	45°48′ × 74°01′	168	4,73	1078
Sherbrooke	45°24′ × 71°54′	180	6,02	994
Stanstead	45°01′ × 72°05′	310	5,18	1079
Trois-Rivières	46°22′ × 72°36′	53	4,62	1033
Victoriaville	46°04′ × 71°57′	147	4,68	1091
Montebello	45°39′ × 74°57′	52	5,24	1043
St-Hyacinthe	45°38′ × 72°57′	31	6,02	1013
Brôme	45°11′ × 72°34′	205	5,24	1065
Point ombrothermique moyen			5,24	1043
ÉRABLIÈRE À CARYER (15 stations)				
Berthierville	46°03′ × 73°11′	12	4,88	951
Chelsea	45°31′ × 75°47′	112	5,29	884
Dorval	45°28′ × 73°44′	30	6,75	970
L'Assomption	45°49′ × 73°26′	21	5,46	968
Les Cèdres	45°18′ × 74°03′	447	6,47	925
Montréal (McGill)	45°30′ × 73°35′	557	7,14	1046
Oka	45°30′ × 74°04′	91	6,24	924
Philipsburg	45°02′ × 73°05′	303	6,97	1006
St-Bruno	45°33′ × 73°21′	61	6,19	898
St-Hubert	45°31′ × 73°25′	31	6,36	973

Nom de la station	*Coordonnées lat. × long.*	*Altitude en mètres*	*Température annuelle moyenne en °C*	*Précipitation annuelle moyenne en mm*
ıne-de-Bellevue	45°26′ × 73°56′	508	6,41	958
lotilde	45°10′ × 73°41′	56	5,91	964
l	46°02′ × 73°07′	15	5,52	934
tte	46°02′ × 73°26′	58	5,40	860
n des Laurentides	45°51′ × 73°45′	64	4,96	885
t ombrothermique moyen			5,96	943

acique par Grandtner (1972) en Gas-
e. En outre, les points ombrothermi-
s attribués à la pessière et compris
s cette surface commune, provien-
de stations limitrophes à la sapi-
e à bouleau blanc, ou de stations de
ôte Nord. Cela est également vrai
les points ombrothermiques attri-
s à la sapinière à bouleau blanc
pris dans cet ensemble. Le chevau-
nent des aires ombrothermiques de
deux domaines pourrait traduire les
cultés rencontrées par le cartogra-
dans le tracé précis de la limite
e les deux domaines, reflétant ainsi
ıractère progressif de cette frontière.

examen de la localisation géogra-
ue de chaque point ombrothermi-
d'une aire donnée permet donc de
ıger les paramètres en cause dans
participation à l'aire ombrothermi-
en question. Il en résulte une relo-
ıation, du moins qualitative, du point
rothermique moyen de chacune des
s ombrothermiques. Pour l'aire du
aine de la pessière par exemple, le
t ombrothermique moyen devrait
déplacé vers les basses températu-
à la lumière de ce qui a été dit
édemment sur l'aire commune à la
ière et à la sapinière à bouleau
c (fig. 3).

DOMAINES DE LA SAPINIÈRE

examen des aires ombrothermiques
domaines de la sapinière (fig. 4)
ıtre une séparation assez nette du domaine de la sapinière à bouleau blanc et de celui de la sapinière à bouleau jaune. La surface commune aux deux aires est attribuable à des points ombrothermiques de stations limitrophes.

La localisation géographique des points ombrothermiques de l'aire du domaine de la sapinière à bouleau blanc permet d'en expliquer la forme curieuse (fig. 5). Les stations limitrophes de la pessière sont responsables des points les plus rigophiles (froids : à gauche du tireté) ; les stations maritimes expliquent pour leur part les points ombrothermiques les plus xéro-thermophiles (à droite du pointillé). Ces précisions n'entraînent toutefois pas de déplacement important du point ombrothermique moyen de l'aire.

La signification de l'aire du domaine de la sapinière à bouleau jaune sera étudiée plus loin.

LES DOMAINES DE L'ÉRABLIÈRE

L'aire ombrothermique de chacun des trois domaines de l'érablière est très bien individualisée, avec un chevauchement minime attribuable lui aussi à des points ombrothermiques de stations limitrophes (station de Berthierville). La figure 6 montre une nette opposition entre le domaine climacique de l'érablière à bouleau jaune, le plus rigophile, et les domaines climaciques de l'érablière laurentienne et de l'érablière à caryer, plus thermophiles. Malgré une thermophilie plus marquée dans le do-

maine de l'érablière à caryer, il se distingue du domaine de l'érablière laurentienne surtout par des précipitations moindres. L'amplitude ombrique des aires de ces deux domaines est en outre très restreinte, comparée à celle de l'aire ombrothermique du domaine de l'érablière à bouleau jaune.

L'appendice xéro-rigophile de cette dernière aire est dû au point ombrothermique continental de la station de Ville-Marie. L'appendice hydro-rigophile est attribuable à un ensemble de points ombrothermiques de stations appartenant à des régions variées (Appalaches, Laurentides), représentant donc bien des conditions générales de l'aire ombrothermique du domaine climacique de l'érablière à bouleau jaune.

LE CAS DE LA SAPINIÈRE À BOULEAU JAUNE

L'aire ombrothermique du domaine de la sapinière à bouleau jaune, si elle est distincte de celle de la sapinière à bouleau blanc (fig. 4), perd son individualité lorsqu'elle est comparée à l'aire du domaine de l'érablière à bouleau jaune (fig. 2 et 7). Il y a là un cas très net de chevauchement ombrothermique mettant en cause le statut climatique de l'un ou l'autre domaine. Le domaine de l'érablière à bouleau jaune possède une aire ombrothermique propre, non contestée par d'autres unités de regroupement de la végétation (partie hachurée de la figure 7), ce qui n'est pas le cas du domaine de la sapinière à bouleau jaune. Si l'on garde en mémoire toutes les limitations liées au présent travail, il semble bien que la sapinière à bouleau jaune ne présente pas les caractères d'un domaine climacique au même titre que les autres, du moins sous l'angle ombrothermique. La portion de territoire attribuée à cette unité constituerait une zone de transition entre les domaines de l'érablière et celui de la *sapinière à bouleau* blanc, puisqu'elle ne possède pas d'aire ombrothermique individualisée, au moins partiellement.

Le caractère continu des transitions entre les unités de végétation à la surface d'un territoire, démontré par de nombreux chercheurs, est ici renforcé. Les aires ombrothermiques des domaines climaciques forestiers du Québec offrent d'ailleurs pour la plupart des chevauchements plus ou moins marqués illustrant cette continuité. Dans le cas de la sapinière à bouleau jaune, ce chevauchement est tel que cette unité perd toute individualité ombrothermique. C'est une affaire de degré.

La sapinière à bouleau jaune peut néanmoins demeurer une unité de regroupement utile pour décrire la végétation d'un territoire, puisqu'elle présente une extension spatiale importante. Elle représenterait alors un domaine de transition sans contrôle climatique propre et posséderait un statut particulier face aux domaines climaciques *sensu stricto*.

La notion de domaine climacique, introduite au Québec par Grandtner (1966), n'a toutefois pas été définie comme telle. La définition suivante est donc proposée:

> le domaine climacique est une portion de territoire présentant, sur toutes les stations mésiques à sol zonal, la même série de végétation reflétant le climat régional.

C'est une unité à caractère phytogéographique utilisée pour le regroupement, dans l'espace, de séries de végétation évoluant sous un même contrôle climatique général.

Ainsi défini, le domaine climacique doit nécessairement refléter des conditions climatiques générales uniques, du moins à l'échelle de l'Amérique du Nord. En ce sens, le domaine de la sapinière à bouleau jaune ne représente pas un domaine climacique à contrôle climatique prédominant.

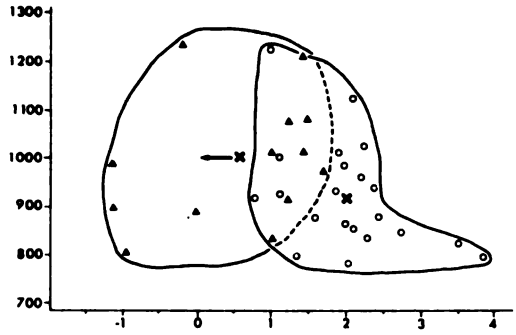


Figure : 3

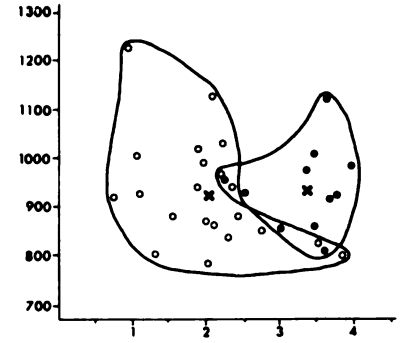


Figure : 4

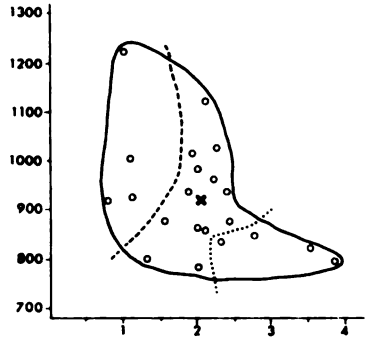


Figure : 5

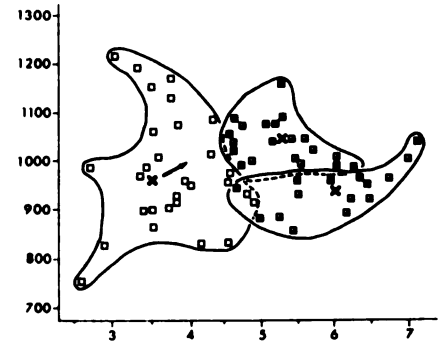


Figure : 6

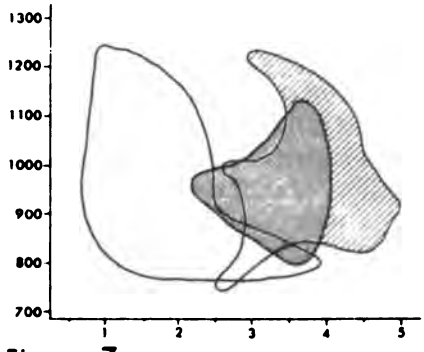


Figure : 7

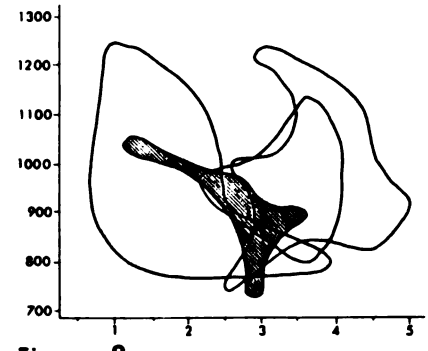


Figure : 8

Figures 3-8. Aires ombrothermiques des domaines climaciques du Québec méridional. X: point ombrothermique moyen de chaque aire. Les symboles sont ceux de la figure 2. Fig. 3. Domaine de la pessière et domaine de la sapinière à bouleau blanc. Fig. 4. Domaine de la sapinière à bouleau blanc et domaine de la sapinière à bouleau jaune. Fig. 5. Domaine de la sapinière à bouleau blanc. Différenciation géographique des points ombrothermiques (voir le texte). Fig. 6. Domaine de l'érablière à bouleau jaune, domaine de l'érablière laurentienne, domaine de l'érablière à caryers. Fig. 7. Chevauchement ombrothermique de l'aire du domaine de la sapinière à bouleau jaune (liséré fin), par rapport à l'aire de la sapinière à bouleau blanc (en blanc) et de l'érablière à bouleau jaune (traits inclinés). Fig. 8. Position *relative de l'aire ombrothermique* de l'enclave du Haut-Saguenay et du lac Saint-Jean.

Il est intéressant de constater que le domaine de la sapinière à bouleau jaune, qui ne semble pas posséder de statut ombrothermique distinct de nos jours, est un stade cliséral très souvent coincé (au sens de Dansereau, 1956). En effet, la reconstitution de l'histoire de la végétation post-wisconsinienne du Québec en termes de remplacement des domaines climaciques met rarement en évidence le domaine de la sapinière à bouleau jaune. Dans la région de la rivière Albion sise dans les Appalaches, par exemple, on passe directement de la sapinière à bouleau blanc à l'érablière à bouleau jaune (Richard, 1975). Il semble bien que cette unité corresponde à une étape transitoire, que ce soit dans le paysage actuel ou dans l'évolution postglaciaire de la végétation.

L'ENCLAVE DU HAUT SAGUENAY — LAC-SAINT-JEAN

Dans les travaux de Grandtner (1966), l'enclave du haut Saguenay et du Lac Saint-Jean est attribuée au domaine climacique de l'érablière à bouleau jaune. Jurdant *et al.* (1972), pour leur part, associent ce même territoire à un domaine de la sapinière à érable rouge, bien que ces auteurs n'y attachent pas la notion de domaine climacique telle que nous venons de la définir.

Sous l'angle ombrothermique, cette région est à cheval sur les aires des domaines de la sapinière à bouleau blanc, de la sapinière à bouleau jaune et de l'érablière à bouleau jaune (fig. 8). Elle est donc très peu indivualisée, et très marginale par rapport aux aires ombrothermiques mentionnées.

D'après la position de l'aire ombrothermique de cette région, elle pourrait appartenir à un domaine de la sapinière plus qu'à celui de l'érablière à bouleau jaune avec lequel elle ne partage qu'une faible portion de l'aire ombrothermique. *s individus d'association de* l'érablière à bouleau jaune, occupant des stations bien drainées de la zone de contact entre les Laurentides et la plaine, pourraient correspondre à des stations reliques, héritées d'une époque où le climat régional était plus propice au domaine de l'érablière à bouleau jaune (post-climax: Clements, 1936 *in* Dansereau, 1957). L'analyse pollinique de sédiments situés dans la plaine du lac Saint-Jean, dans la région de Saint-Bruno par exemple, pourrait permettre de vérifier cette hypothèse à condition que les stations mésiques soient assez abondantes pour que le climax climatique soit convenablement représenté polliniquement.

Conclusion

Cette étude, malgré des lacunes évidentes tant sur le plan des données climatiques que sur celui de la délimitation géographique précise des unités de végétation sur le territoire rend néanmoins compte de la relation existant entre le climat et la végétation au Québec et l'illustre par des aires ombrothermiques plus ou moins bien individualisées. Il est certain que d'autres paramètres climatiques ont une valeur plus grande que celui retenu pour exprimer le «climat biologique», celui qui contrôle effectivement la vie des plantes par le jeu des valeurs-seuils ou des facteurs limites (durée de l'insolation, températures extrêmes, etc...). Ils ne sont malheureusement pas disponibles pour l'ensemble du Québec. Force nous est de tirer le maximum d'information des données existantes.

La méthode pourrait toutefois être améliorée par l'utilisation de points ombrothermiques répartis uniformément au sein de chaque unité, par interpolation des isohyètes et des isothermes disponibles pour le Québec.

Les résultats obtenus ont tout de même permis d'apporter de nouveaux

éléments au sujet du statut de la sapinière à bouleau jaune et de l'enclave du haut Saguenay et du lac Saint-Jean.

Le climat n'est évidemment pas le seul facteur en cause dans la répartition de la végétation sur terre, mais sur le plan géographique, il est certain que ce facteur doit être considéré au premier chef. Il serait souhaitable que des études semblables à celles de Rey (1960) soient effectuées au Québec, afin d'obtenir une vision intégrée des paysages végétaux dans leur relation avec le climat général.

Remerciements

Je tiens à remercier MM. Miroslav M. Grandtner et Serge Payette, professeur à l'Université Laval, pour les critiques qu'ils ont formulées sur ce travail.

Références

ANONYME, 1973. Données climatologiques saisonnières et répertoire des stations météorologiques du Québec. — Min. Rich. nat. Québec, Serv. Météor., Bull. météor., 12 (13): 1-158.

BAGNOULS, F. et GAUSSEN, H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. — Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse, 88: 193-239.

DANSEREAU, P., 1956. Le coincement, un processus écologique. — Acta Biotheoretica, 11: 157-178.

DANSEREAU, P., 1957. Biogeography. An ecological perspective. — The Ronald Press Co., New York, 394 p.

DANSEREAU, P., 1972. Biogéographie dynamique du Québec, p. 174-110. — *In*: Grenier, F., éd., Études sur la géographie du Canada: Québec. Univ. Toronto Press, Toronto, 110 p.

DUCRUC, J.-P., ZARNOVICAN, R., GÉRARDIN, V. et JURDANT, M., 1976. Les régions écologiques du territoire de la baie de James: caractéristiques dominantes de leur couvert végétal. — Cah. Géogr. Québec, 20 (50): 365-392.

GAUSSEN, H. et BAGNOULS, F., 1957. Les climats biologiques et leur classification. — Ann. Géogr., 66: 193-220.

GRANDTNER, M. M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. — Presses Univ. Laval, Québec, 216 p.

GRANDTNER, M. M., 1972. Aperçu de la végétation du bas Saint-Laurent, de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine. — Cah. Géogr. Québec, 16: 116-121.

JURDANT, M., BEAUBIEN, J., BELAIR, J. L., DIONNE, J. C. et GÉRARDIN, V., 1972. Carte écologique de la région du Saguenay-Lac St-Jean. Notice explicative. — Environnement Canada, C.R.F.L., rapport d'information Q-F-X-31. 3 vol., 93 p. et annexes.

PAYETTE, S., 1976. Les limites écologiques de la zone hémi-arctique entre la mer d'Hudson et la baie d'Ungava, Nouveau-Québec. — Cah. Géogr. Québec, 20 (50): 347-364.

REY, P., 1960. Essai de phytocinétique biogéographique. — C.N.R.S., Paris, 399 p.

RICHARD, P., 1975. Contribution à l'histoire postglaciaire de la végétation dans les Cantons-de-l'Est: étude des sites de Weadon et Albion. — Cah. Géogr. Québec, 19 (47): 267-284.

ROUSSEAU, J., 1966. The vegetation of the Quebec-Labrador peninsula between 55° and 80° N. — Naturaliste can., 95: 469-563.

ROWE, J. S., 1972. Les régions forestières du Canada. — Min. Env., Serv. can. for., Ottawa. Publ. 1300 F, 172 p.

VILLENEUVE, G.-O., 1967. Sommaire climatique du Québec. Vol. 1, Publ. M-24: 168 p. — Min. Rich. Nat., Québec.

COMMUNICATIONS BRÈVES

PREMIÈRES RÉCOLTES DE VERS DE TERRE (OLIGOCHAETA : LUMBRICIDAE) SUR LA RIVE NORD DU SAINT-LAURENT (QUÉBEC)

Laurent LESAGE

Département de biologie, Université de Waterloo, Waterloo, Ontario, N2L 3G1

Donald P. SCHWERT

Geology Department, Stephens Hall, North Dakota State University, Fargo, ND 58105, U.S.A.

Résumé

Quatorze espèces de Lumbricidae furent récoltées dans sept localités de la rive nord du Saint-Laurent. Les récoltes comprennent la première mention canadienne de *Bimastos beddardi* (Michaelsen) et d'*Eisenia hortensis* (Michaelsen). Des 18 espèces de vers de terre rapportées pour le Québec, toutes semblent avoir été introduites dans la province à partir d'autres pays.

Abstract

Fourteen species of Lumbricidae were collected from seven localities north of the Saint Lawrence River. The collections include the first Canadian records of *Bimastos beddardi* (Michaelsen) and *Eisenia hortensis* (Michaelsen). All 18 of the earthworm species now recorded from Québec were probably introduced into the province from other areas.

Introduction

Reynolds (1976) a passé en revue la distribution des vers de terre au Québec. Les 15 espèces rapportées dans son article proviennent de l'Île d'Orléans, des Îles-de-la-Madeleine et de plusieurs localités de la rive sud du Saint-Laurent, tandis que nos récoltes ont été effectuées dans sept habitats naturels de la rive nord au cours de l'été 1977. Tous les spécimens furent recueillis à la main et ont été déposés au Musée National du Canada (NMCIC 1978-(146-172)).

Résultats

Quatorze espèces de Lumbricidae furent identifiées au cours de notre étude (tableau I) dont *Bimastos beddardi* (Michaelsen) et *Eisenia hortensis* (Michaelsen) rapportés pour la première fois au Canada et 12 autres espèces déjà connues au Québec.

B. beddardi provient du Lac Matamek (Saguenay) dans des débris végétaux en décomposition. Essentiellement du sud des États-Unis, il a toutefois été mentionné pour le Michigan et le Montana (Reynolds *et all.* 1974) ainsi que de Centre Co., Pennsylvania (Schwert, non publié).

E. hortensis fut récolté à Montréal dans un amas de feuilles mortes sur le mont Royal. Espèce d'origine européenne dont les stations les plus nordiques connues le situaient dans les états d Maine et de New York (Gates 1968).

TABLEAU I

Nombre de vers de terre récoltés dans sept localités québécoises de la rive nord du Saint-Laurent.

Espèces	*Louiseville (46°15' N, 72°57' O) (2 stations)*	*Sainte-Angèle (46°22' N, 73°04' O)*	*Mont Royal (45°30' N, 73°33' O) (2 stations)*	*Lac Matamek (50°17'N, 65°58' O)*	*Lac Potherie (47°10' N, 73°50' O)*
Allolobophora chlorotica (Savigny, 1826)	73	—	2	—	—
Aporrectodea longa (Ude, 1885)	7	—	—	—	—
Aporrectodea tuberculata (Eisen, 1874)	1	—	4	—	—
Aporrectodea turgida (Eisen, 1873)	4	—	22	—	—
Bimastos beddardi (Michaelsen, 1894)	—	—	—	1	—
Dendrobaena octaedra (Savigny, 1826)	—	3	—	—	16
Dendrodrilus rubidus (Savigny, 1826)	—	—	1	—	—
Eisenia fetida (= foetida) (Savigny, 1826)	15	—	5	—	—
Eisenia hortensis (Michaelsen, 1890)	—	—	2	—	—
Eisenia rosea (Savigny, 1826)	—	—	11	—	—
Eiseniella tetraedra (Savigny, 1826)	3	—	8	—	—
Lumbricus terrestris Linnaeus, 1758	7	—	44	5	—
Octolasion cyaneum (Savigny, 1826)	—	—	2	—	—
Octolasion tyrtaeum (Savigny, 1826)	—	—	17	—	—

Les autres habitats inventoriés sont les suivants: à Louiseville (Maskinongé) sous un bosquet d'arbres et sous des pierres au bord de la rivière du Loup, à Sainte-Angèle (Maskinongé) sous l'écorce d'un arbre mort dans un bois mixte et au lac Potherie (Saint-Maurice) dans une forêt mixte sous des morceaux de bois mort.

Dix-huit espèces de vers de terre ont maintenant été inventoriées au Québec. À l'exception de *B. beddardi* elles ont probablement toutes été introduites d'Europe comme l'a rapporté Gates (1970, 1976) et d'après notre étude. La richesse de la faune lombricienne de Montréal reflète l'établissement ancien des Européens dans cette région; des récoltes futures ajouteront sûrement à la liste des espèces introduites.

Le lieu de récolte de *B. beddardi* est environ à 1500 km au nord-est de la station connue la plus proche (Centre Co., Pa). Il semble qu'il s'agisse d'une introduction accidentelle au lac Matamek par des pêcheurs américains; toutefois, aucun pêcheur américain n'est vraisemblablement venu au lac en

1977, année de la récolte (Kreamer 1978, comm. pers.). *B. beddardi* serait donc capable de survivre aux longs hivers rigoureux de la région du lac Matamek.

Remerciements

Nous remercions Gary R. Kreamer de l'Université de Waterloo pour les récoltes de vers de terre à Matamek et M. Joseph Heppell pour avoir gracieusement fourni le transport et le gîte au lac Potherie.

Références

GATES, G. E. 1966. Contributions to a revision of the Lumbricidae. III. *Eisenia hortensis* (Michaelsen) (1890). — Breviora, Mus. Comp. Zool. Harvard Univ. No 300, 12 p.

GATES, G. E., 1970. Miscellanes megadrilogica VIII. — Megadrilogica, 1 (2): 1-14.

GATES, G. E., 1976. More on oligochaete distribution in North America. — Megadrilogica 2 (11): 1-6.

REYNOLDS, J. W. 1976. Catalogue et clé d'identification des lombricidés du Québec. — Naturaliste can. 103: 21-27.

REYNOLDS, J. W., E.E.C. CLEBSCH and W. W. REYNOLDS. 1974. The earthworms of Tennessee (Oligochaeta). I. Lumbricidae. — Cont. N. Amer. Earthworms (Oligochaeta) no 13. Bull. Tall Timbers Res. Stn., no 17, vii + 133 p.

HIERACIUM SAGITTATUM (LINDEBG.) DAHLST. AU CANADA

Ernest LEPAGE

Rimouski, Québec.

Résumé

Cette espèce est apparemment nouvelle pour le Canada.

Abstract

This taxon seems a new record to the Canadian flora.

tario, bois clair sur alluvions sa-
es, le long de la rivière Missinaibi,
e Black Feather, 49°45′ N., 83°16′W.,
illet 1958, *Dutilly* et *Lepage 36221*
TRT, photo)).

ure 1. *Hieracium sagittatum.* — Dutilly et
36221 (photo Studio *Hélène*).

Rapportée (Dutilly et Lepage, 1963) sous le nom de *H. Lachenalii* Gmel., cette espèce est apparemment nouvelle pour le Canada et peut-être pour l'Amérique du Nord. Qu'il s'agisse d'une introduction assez récente ou d'une plante peu agressive, nous l'ignorons; peut-être s'agit-il plutôt d'une entité méconnue et ensevelie dans les herbiers sous un autre nom. La station précitée est située à 15 km au nord de Mattice. C'est donc dans cette localité et la région avoisinante que l'on pourrait trouver d'autres colonies de cette épervière.

R. sagittatum appartient à la section *Vulgata* Fries avec *H. Lachenalii* Gmel. et *H. murorum* L.; étant scapiforme, il se rapproche davantage de ce dernier. Il s'en distingue cependant par ses ligules ciliolées et son involucre richement poilu. *H. murorum* possède des ligules glabres et un involucre peu ou pas poilu.

Remerciements

La Dr van Soest de Hollande a bien voulu étudier mes récoltes; je l'en remercie cordialement.

Référence

DUTILLY, A. et LEPAGE, E. 1963. Contribution à la flore du versant sud de la baie James, Québec-Ontario. — Contrib. Arct. Inst. Cat. Univ. America, Washington, D.C. 12: 1-199.

ADDITIONS À LA FLORE DU BAS-SAINT-LAURENT

Ernest LEPAGE

Rimouski, Québec.

Résumé

Arisaema Stewardsonii, Herniaria glabra, Nymphaea odorata, Conium maculatum, Centaurea macrocephala, Aster cordifolius var. *Furbishiae* et *Lapsana communis* sont signalées pour la région du Bas-Saint-Laurent.

Abstract

Arisaema Stewardsonii, Herniaria glabra, Nymphaea odorata, Conium maculatum, Centaurea macrocephala, Aster cordifolius var. *Furbishiae* and *Lapsana communis* appear to be new to the Lower Saint-Lawrence region.

Arisaema Stewardsonii Britt.

Saint-Clément, comté de Riv.-du-Loup, bois riche sous *Ulmus americana*, le long de la rivière Trois-Pistoles, 28 juin 1967, *E. Lepage 15725* (RIM).

Raymond (1949) place sa limite orientale à la Grosse-Île, comté de Montmagny. Notre récolte recule cette limite de plus de 150 km vers l'est.

Herniaria glabra L.

Comité de Matane, dans les allées rocailleuses du parc de Métis, 25 août 1965, *E. Lepage 15050* (RIM).

Cette petite plante insignifiante, peu visible et trainante de la famille des Caryophyllacées, est nouvelle pour le Québec. Boivin (1966) n'en mentionne qu'une station canadienne: Ottawa.

Nymphaea odorata Ait.

Saint-Fabien, comté de Rimouski, lac Catherine, 5 août 1968, *E. Lepage, 16206* (RIM).

Cette nouvelle station comble une lacune dans son aire de distribution et rend plus plausibles les deux localités (lac Mont-Louis et New-Carlisle) mentionnées par Scoggan (1950), mais considérées par Rousseau (1974) comme incertaines.

Conium maculatum L.

Rimouski, le long de la rivière Rimouski, près *de la centrale électrique, 11 juillet* 1961, *E. Lepage 14376* (RIM). — ibid. *A. A. Dechamplain 2051*, 21 août 1965.

Cette colonie et d'autres du voisinage semblent bien installées. Rousseau (1968, carte 123) laisse en blanc l'est du Québec.

Centaurea macrocephala Puschk.

Métis-sur-Mer, comté de Matane, touffes vigoureuses le long de la route, 12 août 1977, *Jean-Louis Côté 17198* (RIM).

Échappé de culture que Boivin (1966) signale pour Hull seulement au Canada.

Aster cordifolius L. var. *furbishiae* Fern.

Rivière-Trois-Pistoles, comté de Riv.-du-Loup, berge rocheuse de la rivière, à un mille de l'embouchure, 30 juillet 1951, *E. Lepage 13666* (RIM).

Selon Fernald (Gray's Man. 1950), cette variété se rencontre au Nouveau-Brunswick, au Maine et au New-Hampshire. C'est sans doute une autre de ces plantes venues du Nouveau-Brunswick.

Lapsana communis L.

Rimouski, sentier humide à 3 milles de l'embouchure, 4 sept. 1956, *E. Lepage 13900* (RIM).

Selon la carte de Rousseau (1974), ce serait une extension d'aire de plus de 150 km vers l'est du Québec.

Références

BOIVIN, B. 1966. Énumération des plantes du Canada. — Naturaliste can. 93: 371-437.

RAYMOND, M. 1949. Notes sur les *Arisaema* du Québec. — Contrib. Inst. Bot. Univ. Montréal 64: 43-50.

ROUSSEAU, C. 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. — Naturaliste can. 95: 49-171.

ROUSSEAU, C. 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. — Les Presses de l'Univ. Laval, Québec.

SCOGGAN, H. J. 1950. The Flora of Bic and the Gaspé Peninsula, Québec. — Natl. Museum Canada, Bull. n° 115, 399 p.

GENTIANA CRINITA FROEL. DANS LE COMTÉ DE SAINT-JEAN, QUÉBEC

Denis BARABÉ, Normand CORNELLIER et Daniel SOULIER

Jardin botanique de Montréal, 4101 est, rue Sherbrooke, Montréal, Québec H1X 2B2

Résumé

Les auteurs relatent la découverte d'une colonie du *Gentiana crinita* Froel. dans le comté de Saint-Jean, Québec. Jusqu'à maintenant, cette espèce au Québec n'avait pas été récoltée en dehors du comté d'Huntingdon.

Abstract

A population of *Gentiana crinita* Froel. has been discovered in Saint-Jean county, Québec. Until now, the known distribution of this taxon in Québec was confined to Huntingdon county.

En septembre 1977, nous avons découvert, sur la Montée Richard, à la jonction de la route 15 et du chemin Murray, 4 km à l'ouest de Saint-Bernard-de-Lacolle (comté de Saint-Jean), une gentiane rare au Québec, le *Gentiana crinita* Froel. [*Gentianella crinita* (Froel.) G. Don ssp. *crinita*, d'après Gillett (1957)]. Selon le pointage des spécimens par Rousseau en 1967, et dont les résultats furent publiés en 1974, cette espèce, récoltée seulement dans le comté d'Huntingdon, n'avait pas alors été trouvée sur le territoire québécois depuis 1947. Les premiers spécimens furent récoltés à Saint-Anicet en 1933, à Huntingdon et à Athelstan en 1935. Plus tard, en 1946, on la retrouva à Huntingdon et il fallut attendre 1968 pour la revoir à Saint-Anicet.

En 1977, nous l'avons récoltée dans un champ abandonné, parsemé çà et là de *Thuja occidentalis*. L'absence de branches à la base des thuyas nous porte à croire que ce terrain a déjà servi de pacage. Cet habitat se rapproche de celui décrit par Gillett (1957) pour une colonie de *G. crinita* observée près d'Ottawa: «Plants were rather abundant, and grew in open *Thuja occidentalis* — *Populus tremuloides* woods». (p. 225). Gillett croit que cette espèce préfère généralement les habitats calcaires. Iltis (1965), au contraire, estime qu'elle pousse plutôt dans les milieux acides, comme nous l'indiquent certains spécimens que nous avons examinés. On la trouve dans les tourbières sèches et les saulaies ouvertes (Rousseau, 1974), dans les prairies et sur les bords des ruisseaux (Fernald, 1950). Selon Marie-Victorin (1935), elle apparaît toujours dans des habitats peu naturels pour disparaître ensuite. Il semble donc possible que la colonie du comté de Saint-Jean, qui contenait quelques centaines d'individus, puisse être plutôt éphémère, surtout si les strates arborescente et arbustive se développent. À ce sujet, Iltis (1965) a noté que depuis 100 ans plusieurs populations de *G. crinita* avaient disparu. Gillett (1963) a publié une carte de toute l'aire de distribution de ce taxon et des taxons apparentés.

Un article récent (Mouncer, 1977) décrit les expériences tentées par un groupe de chercheurs de l'Université Cornell pour protéger et conserver une

population de *G. crinita* dans son habitat naturel. De notre côté, nous essayons de cultiver cette espèce au Jardin botanique de Montréal pour la propager comme plante ornementale.

Spécimens examinés

COMTÉ DE HUNTINGDON

Atheistan, amongst grasses in open parts of willow bog in bottom land between wooded ridges, 6/10/1935, *L. McI. Terrill s.n.* (MT). — Huntingdon, growing profusely in an old peat bog where the soil was well drained and rather dry (peat farm land), 23/9/1935, *L. McI. Terrill s.n.* (MT); in open well-drained section of old peat bog (peat farm land), found in Large and Small Tea Fields, 23/9/1935, *L. McI. Terrill s.n.* (MT); dans une tourbière sèche, avec *Gerardia Besseyana* et *Arabis glabra*, 13/9/1946, *Raymond* et *Kucyniak* 2 (DAC, QFA, MT).
Saint-Anicet: rivages humides, 9/9/1933, *G. Lefebvre s.n.* (MT); 21/9/68, *R. Danis 154* (QFA); 21/9/68, *P. Louis-Marie s.n.* (QFA).

COMTÉ DE SAINT-JEAN

Saint-Bernard-de-Lacolle, Montée Richard, champ abandonné, parsemé de *Thuja occidentalis*, 1/9/77, *D. Barabé, N. Cornellier* et *D. Soulier s.n.* (MTJB); champ abandonné, parsemé de *Thuja occidentalis*, 7/9/77, *D. Barabé* et *D. Soulier s.n.* (DAO, MT, MTJB, QFA).

Remerciements

Nous remercions les personnes suivantes pour l'aide apportée à la préparation de cette note: M. Bernard Boivin, Institut de recherches biosystématiques, Agriculture Canada; M. André Bouchard, Jardin botanique de Montréal; M. Robert Gauthier, Herbier Louis-Marie, Université Laval.

Références

FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany, Eighth ed. — American Book Company, New York, 1631 p.

GILLETT, J. M., 1957. A revision of the north american species of *Gentianella* Moench. — Ann. Miss. Bot. Gard., 44: 195-269.

GILLETT, J. M., 1963. The Gentians of Canada, Alaska and Greenland. — Canada Dept. Agric., Ottawa, Publ. No. 1180, 99 p.

ILTIS, H. H., 1965. The genus *Gentianopsis (Gentianaceae)*: transfers and phytogeographic comments. — Sida, 2: 129-154.

MARIE-VICTORIN, F., 1935. Flore Laurentienne. — Frères des Écoles Chrétiennes, Montréal. 917 p.

MOUNCER, F. G., 1977. Intervention for preservation. — The Cornell Plantations, 33: 39-44.

ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. — Les Presses de l'Univ. Laval, Québec, 799 p.

REVUE DES LIVRES

NILSSON, S., J. PRAGLOWSKI et L. NILSSON, 1977. **Atlas of airborne pollen grains and spores in Northern Europe.** Natur och Kultur, Stockholm. 159 p., ill. 24,5 × 21,5 cm. Relié-toile, US $37,50.

Le développement de la microscopie électronique à balayage a permis d'observer les structures superficielles fines d'une multitude de corps artificiels et naturels. Les images ont rivalisé de beauté et de finesse mais c'est peut-être dans le cas du pollen et des spores que cette technique a révélé les arrangements les plus subtils, les plus délicats et les plus variés. L'atlas que nous offrent S. Nilsson, J. Praglowski et L. Nilsson est un des plus beaux du genre. Il est aussi unique, en ce qu'il présente côte à côte les informations visuelles acquises par la microscopie photonique, la microscopie électronique à transmission et la microscopie électronique à balayage.

Soixante-quatorze espèces, dont le pollen ou les spores sont émis dans l'air, apparaissent dans cet atlas. Les taxons les plus importants de la flore du nord de l'Europe sont représentés. Les affinités avec la flore de l'Amérique du Nord en font un ouvrage tout-à-fait intéressant pour les naturalistes du Nouveau-Monde, plusieurs espèces (40) et la plupart des genres (68) étant les mêmes de part et d'autre de l'Atlantique.

L'ouvrage est très adroitement conçu. Une courte préface présente l'atlas et rend justice aux collaborateurs et mécènes. Les informations techniques sont réunies dans une brève introduction. Viennent ensuite les planches photographiques, en noir et blanc, de très haute qualité. Selon le cas, une à deux pages sont attribuées à chaque espèce. L'ordre d'apparition est l'ordre alphabétique des familles et genres des Angiospermes, puis des Gymnospermes et des Ptéridophytes. Cent dix-huit pages sont ainsi consacrées aux illustrations, dont les légendes livrent l'essentiel des caractères morphologiques. L'atlas est très agréable à feuilleter, chaque page révélant de nouvelles facettes de ces édifices aux formes innombrables que sont le pollen et les spores. Un glossaire et un index des noms de plantes en latin, anglais, danois, finlandais, norvégien et suédois figurent à la fin de l'ouvrage, de même que des cartes présentant l'*aire de distribution* de cha*que espèce et sa période de floraison*. Les descriptions complètes du pollen ou des spores de chaque espèce sont réunies en 15 pages, après les illustrations; c'est la section la plus technique du volume. Une numérotation uniforme permet de passer facilement des illustrations aux descriptions et à l'index. Enfin, deux douzaines de titres sont offerts en guise d'orientation bibliographique.

L'atlas s'adresse à un public très varié: botanistes, aéropalynologues, allergologues, apiculteurs et tous ceux qui utilisent le pollen ou les spores fossiles (archéologues, géographes, géologues, écologues). Plus largement, l'ouvrage présente un intérêt pour tous ceux qui aiment la nature dans ce qu'elle a de merveilleux, de stupéfiant même, lorsqu'elle produit de telles structures inépuisables de variété. Dans sa conception, dans sa facture aussi, cet atlas ne peut décevoir personne; même l'artiste y trouvera l'inspiration de textures et de formes insoupçonnées.

Ceux qui nous offrent cette perle sont des palynologues chevronnés, membres du fameux Laboratoire de palynologie fondé par feu le professeur Gunnar Erdtman. Ils œuvrent depuis près de vingt ans dans le domaine de la morphologie pollinique et dans deux des principales applications de la palynologie: la paléopalynologie quaternaire et l'aéropalynologie (aérobiologie). Les naturalistes nordiques et les autres leur sont redevables d'avoir fait reculer plusieurs frontières de la palynologie. Par cet atlas, fruit d'un labeur assidu, ils méritent encore une fois notre gratitude et notre admiration.

Pierre RICHARD

Département de géographie
Université de Montréal, Montréal

DERBYSHIRE, M., éditeur, 1976. **Geomorphology and climate.** John Wiley, New York. xii + 512 p., 150 fig., 40 tbl., index. 15,5 × 23,5 cm. Relié, $33,95.

Tout relief étant façonné dans un milieu climatique donné, le géomorphologue ne saurait sous-estimer cette composante dans son analyse du modelé. Comment se comportent les divers agents sous des climats variés? L'érosion fluviatile, par

exemple, est-elle substantiellement différente dans les régions froides, tempérées, chaudes, humides, semi-arides et arides? Depuis les années 1950, la géomorphologie climatique, sous l'influence entre autres de Tricart et Cailleux, s'est affirmée et a en grande partie remplacé la morphologie de l'époque davisienne et de martonnienne. Après qu'elle eut connu un succès relatif, on s'aperçut de certaines insuffisances. C'est pourquoi de plus en plus de chercheurs s'appliquent aujourd'hui à mettre au point une meilleure formule.

Les essais contenus dans l'ouvrage publié sous la direction du professeur Derbyshire soulignent justement les questions que se posent les membres de l'école britannique moderne au sujet du rapport direct entre le climat et la géomorphologie. Une quinzaine d'essais sont offerts à la réflexion, à la fois théoriques et pratiques et largement imprégnés de notions philosophiques. Les uns relèvent davantage des sciences appliquées que des sciences naturelles, et s'adressent plus à l'ingénieur qu'au géographe ou au géologue.

Les essais couvrent une gamme étendue de sujets: Altération chimique des roches: réactions fondamentales et contrôles (Curtis); Altération et climat: aspects quantitatifs et expérimentaux (Trudgill); Mouvement en masse, façonnement des versants et climat (Carson); Catenas sous les différents climats (Ollier); Versants de vallée et climat (Kennedy); Rôle d'événements météorologiques exceptionnels (ou catastrophiques) et évolution contemporaine des versants (Starkel); Modèles de versants hydrologiques: l'influence du climat (Kirby); Taux d'érosion et climat: implications géomorphologiques (Douglas); Processus, reliefs et climat dans les régions calcaires (Smith et Atkinson); Critères pour la reconnaissance des variations dues au climat dans les formes en terrain granitique (Thomas); Facteur climatique et variété des cirques (Derbyshire et Evans).

Voici un menu bien copieux que les estomacs les plus robustes parviendront peut-être à digérer sans problèmes. Il faut beaucoup de détermination pour passer à travers ces essais, en particulier pour un francophone qui ne maîtrise pas la langue de Shakespeare. Mais il y a certainement beaucoup à retirer de plusieurs des exposés qui constituent des revues critiques bien faites et généralement bien informées. Quelques essais, par contre, sont relativement ternes et arides.

Cet ouvrage décevra ceux qui cherchent des réponses claires et précises. Peu d'essais en arrivent à établir clairement les relations qui existent entre le modelé et le climat. La plupart des auteurs reconnaissent volontiers un manque important de données, de mesures et d'observations précises, de sorte que la spéculation va bon train suivant la vivacité d'esprit des chercheurs. La difficulté de dégager les effets du climat vient d'une part du fait que peu de modelés appartiennent à un seul système morpho-climatique. La majorité des reliefs étant dus à l'action de divers agents dans des conditions climatiques variées, il devient difficile d'établir le rôle réel du climat sans d'abord connaître parfaitement les conditions qui ont prévalu au cours du façonnement. La région de Québec illustre cette difficulté. En effet, il s'avère impossible d'expliquer le relief de la région de Québec par l'action exclusive des agents actuels du modelé ou de ceux qui ont agi au cours du Quaternaire, car des reliefs majeurs façonnés sous un climat plus chaud et plus aride ont été à peine retouchés depuis la fin du Tertiaire. La question «climat *vs* géomorphologie» se révèle donc fort complexe. Elle demande beaucoup de discernement de la part de l'analyste. Néanmoins, il est possible jusqu'à un niveau donné d'établir des corrélations valables.

Si cet ouvrage incite à la réflexion et à la discussion, il est toutefois destiné aux spécialistes et aux étudiants avancés. En général, les essais qu'il contient sont intéressants, bien documentés pour la plupart et relativement bien rédigés quoique certains contiennent des longueurs. Les textes ont de 18 à 47 pages avec une moyenne de 32; quatre textes ont 40 pages ou plus, neuf en ont plus de 30.

Ce livre est présenté comme l'œuvre d'un groupe international de chercheurs. Un coup d'œil sur la liste des collaborateurs révèle cependant que sur les 15, onze sont de Grande-Bretagne, deux d'Australie, un du Canada anglais et un de Pologne. Par ailleurs, les auteurs sont tous des enseignants.

Avec un prix aussi élevé, la diffusion de ce recueil d'essais se limitera vraisemblablement aux bibliothèques et aux institutions. Le prix se justifie d'autant moins que la qualité de l'édition laisse parfois à désirer. On y relève de nombreuses fautes. L'usage de la double parenthèse pour les références dans le texte devient agaçant et ennuie le lecteur, d'autant plus qu'elle n'est pas utilisée tout le temps. L'illustration photographique est relativement peu abondante: une dizaine de clichés seulement. Quoiqu'il en soit, une partie du moins des essais réunis dans cet ouvrage sont de nature à susciter une saine et bénéfique réflexion géomorphologique.

Jean-Claude DIONNE

Environnement Canada,
Québec

, G. S., (editor), 1978. **Grassland simulation** ıdel. *Ecological studies*, vol. 26. Springer-rlag, New York. XX + 298 p., 41 tabl., 87 fig. × 24,5 cm. Relié, prix non indiqué.

modèle de simulation (ELM) étudié dans ce ıe est le troisième d'une série réalisée par le «Grassland Biome» des États-Unis dans le du Programme biologique international Le modèle global ELM (aucune explication sigle n'apparaît dans le texte) a pour objec- simuler la dynamique de la biomasse de ınts types de prairies permanentes du Co- › et de mesurer la réponse du système à ıtion, à la fertilisation et au pâturage. Le le a été construit par plusieurs chercheurs, ın ayant la responsabilité d'une composante ıdèle.

volume est divisé en 10 chapitres dont 7 ıt des différentes composantes du modèle l. Le chapitre 1 présente les objectifs et la ure du modèle ELM. Le chapitre 2 discute spect abiotique en faisant intervenir le pro- la température et le transport de l'eau. Le tre 3 simule la croissance, la reproduction, ıescence et la phénologie des plantes en on de l'eau disponible et de la fertilisation. ıapitre 4 décrit un modèle qui représente ‹ de carbone et le flux énergétique en re- avec les variations de poids de différentes es de mammifères-consommateurs d'une ». Vingt paramètres décrivent les caracté- ıes individuelles et celles des populations ıque mammifère étudié. Le chapitre 5 simule nographie et la consommation de nourriture ıs sauterelles et leur interaction avec les › espèces animales de l'écosystème. Les paux objectifs sont les populations de sau- ıs, le flux énergétique et leurs effets sur ystème. Le chapitre 6 traite de la décompo- dans les prairies en simulant la dynamique écomposeurs et des différentes substances riel végétal en décomposition, excréments, à la surface et à différents niveaux dans le ı fonction de la température et de l'eau. hapitres 7 et 8 simulent le cycle de l'azote phosphore en fonction du type de sol, de du sol, de la température et des stades ılogiques. Le chapitre 9 présente une ana- e la sensibilité du modèle ELM en modifiant ns paramètres. Le volume se termine par ritique et une analyse du modèle ELM en on des objectifs fixés, des paramètres uti- de la précision du modèle et des buts ıs.

travail constitue une analyse très bien do- ntée. Cependant, *sa compréhension est ifficile spécialement pour* les lecteurs non initiés aux analyses des systèmes et à la simulation. La plupart des auteurs utilisent un jargon statistique assez complexe qui rend la lecture souvent laborieuse. Le lecteur doit également avoir des connaissances en physiologie, en biochimie et autres sciences connexes. Certains tableaux, figures et symboles sont mal expliqués ou mal définis, du moins pour les non initiés.

L'ouvrage est toutefois dans son ensemble, très bien présenté. Chaque auteur a traité son sujet de façon satisfaisante. La compréhension est facilitée par la présence d'un résumé au début de chaque exposé. De plus, chaque exposé contient une bibliographie très abondante.

Cet ouvrage s'adresse à une clientèle particulière, les biologistes et les écologistes qui s'intéressent spécialement aux analyses de systèmes et aux simulations, qui trouveront ce manuel fort intéressant, original sous plusieurs aspects et abondamment nourri de chiffres et de techniques.

Jean-Marc DESCHÊNES

Agriculture Canada, Sainte-Foy

HARBORNE, J. B., 1977. **Introduction to ecological biochemistry**. Academic Press, London, New York, San Francisco. XIV + 243 p., ill. 16 × 24 cm. Relié, US $13,65.

L'un des développements majeurs de l'écologie au cours des 10 ou 15 dernières années a été la réalisation de l'importance et l'omniprésence d'intéractions de nature chimique entre les organismes vivants. Il est maintenant bien établi que les relations plante/herbivore, plante/plante, animal/animal sont régiées par des systèmes de défense, de coopération et de communication basés sur des facteurs chimiques issus du métabolisme secondaire des organismes impliqués, et dont la présence, chez les plantes en particulier, restait encore énigmatique il y a une vingtaine d'années. Dans cet ouvrage, le professeur Harborne s'est fixé comme objectif de présenter un compte-rendu à la fois concis et abordable des connaissances acquises dans ce domaine au cours de la dernière décennie.

Malgré un titre plus prometteur, les plantes sont traitées de façon beaucoup plus détaillée que les animaux. L'auteur explique que le métabolisme secondaire des plantes est nettement plus élaboré que celui des animaux. En conséquence, plus de 80% des molécules biologiques connues seraient d'origine végétale.

Le premier chapitre de l'ouvrage est particulier en ce qu'il traite des adaptations biochi-

miques mises au point par les plantes en réponse à des facteurs abiotiques du milieu: facteurs climatiques, éléments naturels toxiques, pesticides. Le chapitre 2 traite des intéractions plante/pollinisateur. L'auteur y étudie les facteurs chimiques impliqués dans les mécanismes d'attraction (pigments floraux, parfums), et les «bénéfices» nutritionnels consentis par la plante au pollinisateur (pollens, nectars). Aux chapitres 3 et 4, l'auteur traite abondamment des poisons, toxines et substances mimétiques d'hormones animales élaborés par les plantes pour limiter la prédation par les herbivores. L'auteur veut démontrer que les diverses substances nocives élaborées par les plantes sont effectivement des mécanismes de défense chimique qui limitent les espèces animales prédatrices à celles qui, au cours de l'évolution, ont réussi à contrer les mécanismes de défense de la plante (ex. détoxification métabolique d'un poison). Les préférences alimentaires des herbivores sont examinées dans ce contexte aux chapitres 5 et 6, où l'auteur étudie les multiples facteurs chimiques d'attraction et de répulsion, et les propriétés gustatives et nutritives qui déterminent le niveau de spécificité alimentaire des herbivores. Le chapitre 7 est le seul qui soit consacré uniquement aux animaux. L'auteur y traite d'abord des phéromones impliquées dans la reproduction et la communication animale. Il discute ensuite des systèmes de défense basés sur des toxines ou des substances répulsives. Le vaste domaine des venins élaborés par les arthropodes et les reptiles n'a malheureusement pas été touché par l'auteur. Le chapitre 8 traite du phénomène de l'allélopathie impliqué dans la structuration des communautés végétales et le chapitre 9 est consacré aux facteurs chimiques de résistance des plantes aux microorganismes infectieux (phytoalexines, phytotoxines).

Les discussions sont menées de façon constructive et imaginative autour d'exemples choisis parmi les mieux documentés dans la littérature. L'auteur fait ressortir les aspects adaptatifs et évolutifs des intéractions examinées, et il fait souvent référence au phénomène de co-évolution proposé pour expliquer certains types d'intéractions privilégiés par leur niveau élevé d'intimité et leur constance dans le temps.

L'ouvrage est abondamment illustré de figures dont la plupart décrivent la structure des substances chimiques mentionnées dans le texte. Chaque chapitre est accompagné d'une liste de références de base sur le sujet en plus de la liste des ouvrages cités. L'ouvrage a été conçu pour servir de manuel de référence aux étudiants du 1er cycle universitaire engagés dans un programme mixte botanique/zoologie. En fait, l'ouvrage pourra servir de point de départ à quiconque, biochimiste, botaniste, écologiste ou entomologiste, est désireux d'acquérir un minimum de connaissances essentielles sur le sujet.

Conrad CLOUTIER

Département de biologie
Université Laval, Québec

LIVRES REÇUS

LEBRETON, P., 1978. **Éco-logique**. InterEditions, Paris. xx + 239 p., ill. 20 × 23 cm. Relié-carton souple, $17,95.

WHITTAKER, R. H., (éditeur), 1978. **Classification of plant communities**. Dr. W. Junk, The Hague. viii + 408 p., 25 fig., 19 tab. 16 × 24 cm. Relié-carton souple, U. S. $24,50.

WHITTAKER, R. H., (éditeur), 1978. **Ordination of plant communities**. Dr. W. Junk, The Hague. vi + 388 p., 65 fig., 20 tab. 16 × 24 cm. Relié-carton souple, U.S. $24,50.

ERRATUM

MULLIGAN, G.A. and D.R. LINDSAY. *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce* in Canada, Vol. 105, pp. 19-35.

The habitats and distribution given for *E. maculata* (p. 39, 1st column, 1st paragraph) are those of *E. nutans* (p. 40, 1st column, 2nd paragraph), and *vice-versa*.

LE NATURALISTE CANADIEN

INDEX

Table des auteurs: vol. 1-100 (1868-1973)

Index des sujets et des noms de taxons:
vol. 55-100 (1929-1973)

Cet index, publié par *Le Naturaliste canadien*, comprend d'abord la liste de tous les articles parus dans la revue depuis sa fondation, en 1868 jusqu'au 100ième volume (1973), selon l'ordre alphabétique des noms d'auteurs. Suit un index des sujets et de tous les noms de taxons (y compris les noms infraspécifiques) mentionnées dans les volumes 55 à 100.

Cet index de 360 pages est un outil indispensable pour les bibliothèques et pour tous ceux qui voudraient repérer facilement l'abondante information contenue dans les pages de la plus ancienne revue scientifique du Canada.

On peut le commander (prix: $10.00) en s'adressant à:

This index is published by *Le Naturaliste canadien*. All articles which have appeared from the first number in 1868, up to Volume 100 in 1973, are listed according to authors' names. There is also an index to subjects and scientific names mentioned in Volumes 55-100.

This 360 pages index is essential for all libraries and for those who want to retrieve easily the abundant information published in the oldest Canadian scientific periodical.

Orders (price, CAN $10.00) be placed with:

Les Presses de l'Université Laval
C.P. 2447, Québec G1K 7R4

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

On peut soumettre au Naturaliste canadien des *articles inédits*, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée, de la taxonomie, de la morphologie ou des sciences de la terre. Tout manuscrit sera jugé en fonction de l'originalité des résultats et de l'interprétation. Les revues thématiques ne seront acceptées que si elles donnent lieu à d'importantes généralisations scientifiques. Des *articles courts* (maximum de quatre pages dans la revue) peuvent être acceptés comme "Communications brèves" s'ils découlent d'une recherche de qualité.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21.5 X 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction.

Les éléments du manuscrit sont les suivants : (1) le titre ; (2) le nom de l'auteur ; (3) le nom et l'adresse de l'institution à laquelle appartient l'auteur ; (4) un titre courant d'un maximum de 60 lettres et espaces (sur une page séparée) ; (5) les résumés français et anglais (maximum de 300 mots) ; (6) le texte ; (7) sur des feuilles séparées, les tableaux (numérotés en chiffres romains), les légendes des figures (numérotées en chiffres arabes) et les références bibliographiques.

TEXTE

La Direction de la revue recommande le plan suivant : introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusion, remerciements et références bibliographiques.

On tiendra compte des remarques suivantes : (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques ; (2) les notes inframarginales devront être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement ; (3) pour les unités de mesure, on utilisera de préférence le système métrique, (4) on évitera les appendices, et d'ailleurs la Direction de la revue ne s'engage pas à en publier plus d'une page.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elles seront indiquées dans le texte par le nom de l'auteur et l'année de publication. Dans la *liste, à la fin du manuscrit*, elles seront citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant des exemples suivants :

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. *In :* D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Les titres des périodiques devront être abrégés suivant la "World List of Scientific Periodicals" (édition de 1963).

ILLUSTRATIONS

La Direction de la revue limite ses frais de clichage à deux clichés par manuscrit ; tous les clichés additionnels seront à la charge de l'auteur.

Les photographies devront être tirées sur papier glacé et fortement contrastées. On regroupera, autant que possible, les photographies sur une même planche, en les collant sur un carton rigide, sans oublier de les numéroter proprement et lisiblement au coin droit. Trois séries de photographies sont requises.

Les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage devra être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1.5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12.5 x 20 cm, légende comprise.

On présentera la liste des légendes sur une page séparée. On indiquera cependant à l'endos des photographies et des dessins le nom de l'auteur et le numéro de figure.

ÉPREUVES ET TIRAGES-À-PART

Les auteurs recevront une série d'épreuves, en même temps qu'un bon de commande pour les tirages-à-part. L'un et l'autre devront être retournés dans les plus brefs délais.

Vente à prix réduit
de collections d'anciens volumes du
NATURALISTE CANADIEN

Les Presses de l'Université Laval sont dans l'obligation de libérer leurs entrepôts de certains surplus de revues. La direction du *Naturaliste canadien* met donc en vente, à prix réduits, des collections d'anciens volumes de la revue, durant une courte période, au tarif suivant:

Volume 60 (1933) à 92 (1965), $8.00 le volume.

Volume 93 (1966) à 104 (1977), $10.00 le volume.

Le volume 101 (1974) est épuisé.

Trois collections d'anciens numéros de 1868 à 1891 (volumes 1 à 20), de la période de Provancher, et de 1894 à 1932 (volumes 21 à 59), de la période de Huard, sont disponibles. Prix sur demande.

Secrétariat de la rédaction
« Le Naturaliste canadien »
Université Laval
Québec. G1K 7P4

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 | Mai-juin 1978 | Numéro 3

SOMMAIRE

CLOUTIER, Louise et P.P. HARPER. Les Chironomidae Tanypodinae (diptères) de ruisseaux des Laurentides 125-135

LEGENDRE, Pierre et Annette BEAUVAIS. Niches et associations de poissons des lacs de la Radissonie québécoise 137-158

HEINRICH, Gerd H. Synopsis of Nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae, with particular reference to the Northeastern Region (Hymenoptera). Supplement 6 159-168

COLLINS, Michael A.J. Experiments on the hatching period of the eggs of the lumpfish *Cyclopterus lumpus* L. in Newfoundland waters 169-171

ROUSSEL, Jean-Pierre. Étude chronologique du pouvoir morphogénétique de JH-I chez *Locusta migratoria* 173-176

LEMIEUX, Serge. Les oiseaux de la réserve nationale de faune du cap Tourmente, Québec 177-193

RICHARD, Pierre. Aires ombrothermiques des principales unités de végétation du Québec 195-207

COMMUNICATIONS BRÈVES:

LESAGE, Laurent et Donald P. SCHWERT. Premières récoltes de vers de terre (Oligochaeta: Lumbricidae) sur la rive nord du Saint-Laurent (Québec) 209-211

LEPAGE, Ernest. *Hieracium sagittatum* (Lindebg.) Dahlst. au Canada 213

LEPAGE, Ernest. Additions à la flore du Bas-Saint-Laurent 214-215

BARABE, Denis, Normand CORNELLIER et Daniel SOULIER. *Gentiana crinita* Froel. dans le comté de Saint-Jean, Québec 217-218

REVUE DES LIVRES 219-222

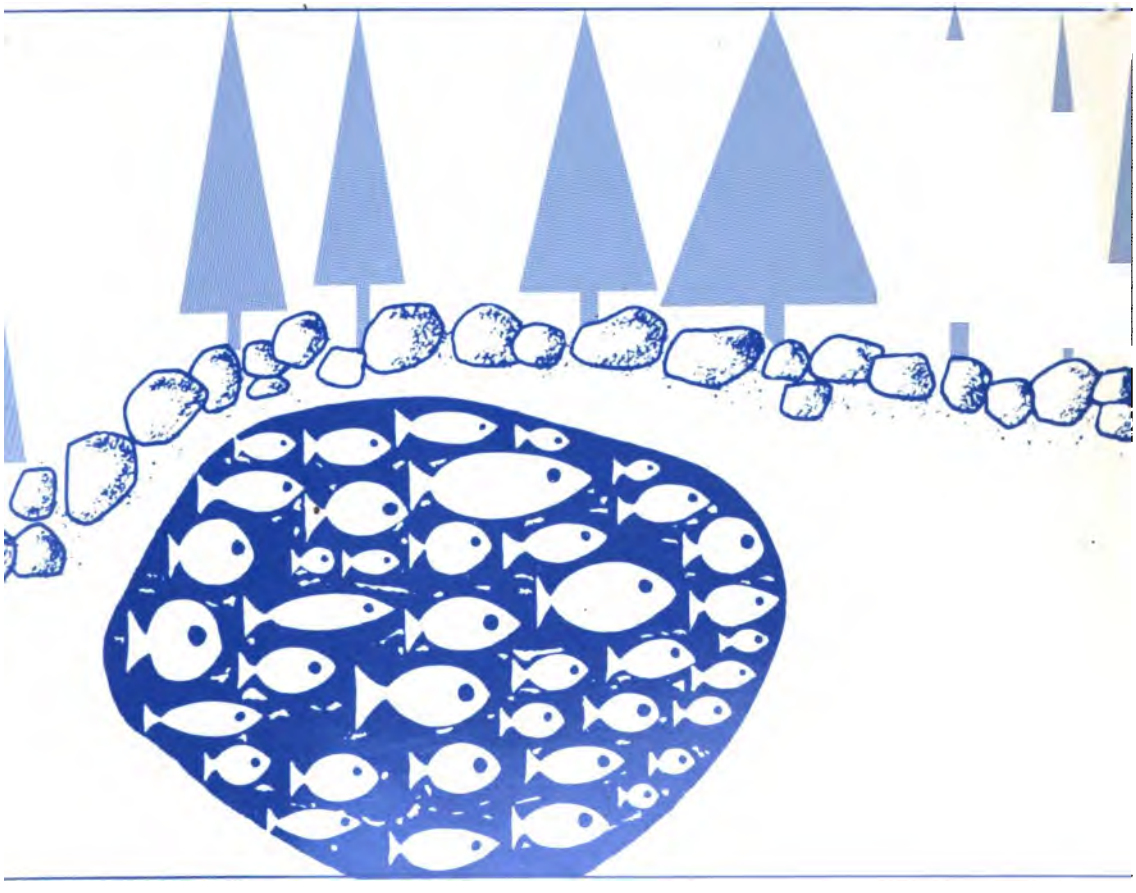
ERRATUM: MULLIGAN, G.A. and D.R. LINDSAY. *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce* in Canada 222

5
5(4)

Volume 105
numéro 4,
juillet-août 1978

naturaliste canadier

revue d'écologie et de systématique



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université L

LE NATURALISTE CANADIEN

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR
G.-WILFRID CORRIVAULT

DIRECTEUR-ADJOINT
MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION
PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*
RENÉ BÉIQUE, *Direction générale de la conservation, Ministère des terres et forêts, Québec*
JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie et du commerce, Québec*
BERNARD BERNIER, *Université Laval*
PAUL BERTHET, *Faculté des sciences de Lyon*
PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*
MICHEL DELSOL, *Faculté catholique de Lyon*
LLOYD M. DICKIE, *Institut d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*
ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*
PAUL GERVAIS, *Université Laval*
ROGER HEIM, *Muséum national d'histoire naturelle de Paris*
WILLIAM S. HOAR, *Université de la Colombie-Britannique*
ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*
VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*
ERNEST LEPAGE, *Saint-Simon, Rimouski*
TREVOR PLATT, *Laboratoire d'écologie marine, Institut océanographique de Bedford, Dartmouth, N. E.*
GASTON MOISAN, *Service de la faune du Québec*
W.E. RICKER, *Office des recherches sur les pêcheries du Canada*
D. M. ROSS, *Université d'Alberta*
HENRI TINTANT, *Faculté des sciences de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction):

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec G1K 7R4

Abonnement annuel

personnel: $17.00 — collectif: $34.00 (multi-user) — le numéro: $4.00
Étranger: $18.00 — numéros spéciaux: $10.00

Publication bimestrielle de l'Université Laval, LE NATURALISTE CANADIEN accepte des **articles inédits**, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée (agronomique, forestière), de la systématique, de la morphologie ou des sciences de la terre.

De brèves **communications scientifiques** seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas excéder 1,500 mots, titre et bibliographie compris.

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétariat de la rédaction**, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Québec G1K 7P4, Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Conseil national de recherches du Canada et du Ministère de l'éducation du Québec.

Répertorié dans Current Contents, Biological Abstracts et Périodex.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768

Dépôt légal — Troisième trimestre 1978, Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 | Juillet-août 1978 | Numéro 4

ANALYSE ÉCOLOGIQUE DES POPULATIONS LARVAIRES DE MOUSTIQUES (DIPTERA: CULICIDAE) DES ZONES RIVERAINES DU FLEUVE SAINT-LAURENT, QUÉBEC

Alain MAIRE, Claude TESSIER et Luce PICARD

Groupe de recherche sur les insectes piqueurs,
Département de chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Québec, G9A 5H7

Résumé

La section des eaux douces du fleuve Saint-Laurent, de Montréal à Trois-Rivières, contient plusieurs archipels groupant une centaine d'îles de toutes dimensions, de tous âges et diversement soumises aux activités humaines de type traditionnel. Ces îles, de même que les rives du fleuve, submergées lors des fortes crues printanières dues à la fonte des neiges et des glaces, sont très propices au développement des moustiques. Au cours des années 1976 et 1977, l'une exceptionnellement humide, l'autre relativement sèche, nous avons analysé, identifié et classé les types de milieux astatiques pouvant constituer des gîtes à larves de moustiques. Quinze unités écologiques ou niveaux écologiques ont été distingués. Ces niveaux sont caractérisés à la fois par leur végétation et par leurs espèces culicidiennes associées. Les espèces caractéristiques des milieux riverains du fleuve sont *Aedes aurifer, Ae. cinereus, Ae. excrucians* au printemps, *Ae. vexans* et les *Anopheles* en été. La cartographie des niveaux écologiques d'une île est présentée à titre d'illustration de la méthode préconisée. Des données semi-quantitatives sur la productivité des populations larvaires de moustiques de l'archipel des Cent-Îles sont présentées et discutées.

Abstract

Several groups of islands are distributed along the St. Lawrence River between Montreal and Trois-Rivières. There are about a hundred islands of various sizes and ages and are submitted to diverse traditional activities. In the springtime, the banks of the river and the islands are completely flooded because of the melting of snow and ice-packs, where conditions bring about the formation of many mosquito larval breeding sites. Fifteen ecological units were analysed, identified and classified during the wet season of 1976 and the dry season of 1977. These ecological units (or "niveaux écologiques") have been characterized both by their vegetation and their associated mosquito species: *Aedes aurifer, Ae. cinereus, Ae. excrucians* in the springtime, *Ae. vexans* and four *Anopheles* during the summer. As an illustration of this method, we present an ecological map of the breeding sites of one island. Semi-quantitative data on the productivity of larval mosquito populations of one archipelago are discussed.

Introduction

La trentaine d'îles situées en amont du lac Saint-Pierre, entre les villes de Sorel sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et de Berthier sur la rive nord contiennent de nombreuses zones encore sauvages et sont pour le reste soumises à des activités agro-pastorales de type tradi-

tionnel. Elles sont de plus sous la dépendance d'un même mode de mise en eau par le fleuve qui, lors des crues printanières, les submerge presque complètement. Ces milieux aquatiques temporaires de type riverain sont ainsi naturellement très propices au développement larvaire d'espèces culicidiennes vulnérantes: *Aedes aurifer, Ae. cinereus, Ae. excrucians* au printemps, *Aedes vexans* et plusieurs espèces d'*Anopheles* en été. Il nous a paru intéressant pour ces raisons d'étudier la répartition des espèces de moustiques au sein des différents biotopes composant ces milieux riverains, homogènes et couvrant de vastes surfaces.

Dans le cadre des études entreprises par le Groupe de recherche sur les insectes piqueurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières, nous avons déjà présenté la répartition qualitative et surtout quantitative des populations larvaires de moustiques au sein des milieux tourbeux (Maire, 1977) et des forêts hygrophiles sur till de la Basse-Mauricie (Maire *et al.*, 1976). Il nous restait pour compléter nos travaux sur les milieux astatiques situés dans le domaine climacique de l'érablière laurentienne à analyser les biotopes à larves de moustiques composant les milieux riverains caractérisés par l'érablière alluviale à *Acer saccharinum*.

Afin de mieux cerner quel est le rôle des populations de moustiques dans leurs milieux naturels, il nous semblait également important de pouvoir quantifier le nombre d'individus pouvant se développer au sein de ces milieux. L'archipel des Cent-Îles du lac Saint-Pierre, dont 2 800 ha environ sont constitués de gîtes potentiels à larves de moustiques nous a semblé un territoire idéal pour effectuer une telle évaluation de la production annuelle de moustiques. L'archipel des Cent-îles du lac Saint-Pierre nous a enfin permis d'approfondir la méthode que nous utilisons pour caractériser les milieux potentiels à larves de moustiques, méthode mise au point dans le cadre des programmes de démoustication entrepris en France (Pautou *et al.*, 1973) et que nous avons reprise en l'adaptant aux conditions particulières du Québec.

Matériel et méthodes

Nous avons prospecté les milieux riverains situés aux alentours de Trois-Rivières depuis 1973, les îles du delta du Saint-Maurice depuis 1974, la rive sud du fleuve depuis Port-Saint-François jusqu'à Gentilly, y compris la région du lac Saint-Paul depuis 1975. Nous avons enfin porté une attention toute particulière aux îles du lac Saint-Pierre ou archipel des Cent-Îles (De Koninck, 1970; Hamelin, 1975) en 1976, année de la crue centenaire du fleuve, et en 1977 (fig. 1).

Le principe de la méthode appliquée consiste à distinguer des unités écologiques appelées niveaux écologiques (Pautou *et al.*, 1973) caractérisées à la fois par leur groupement végétal et par leurs populations larvaires de moustiques. Une fois définis, ces niveaux écologiques sont classés les uns par rapport aux autres par milieux, des plus aquatiques aux moins longtemps submergés. Une fois identifiées par la végétation, ces unités sont repérables sur des photographies aériennes à grande échelle (1 : 10 000 ou 1 : 15 000) et donc cartographiables (Maire, 1976).

L'essentiel des données a été obtenu en prélevant des larves de moustiques dans environ 200 stations représentatives des milieux étudiés. Ces stations furent visitées régulièrement, plusieurs fois par saison, du début de la fonte des neiges en avril jusqu'à la fin du mois de septembre. Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'un filet à zooplanc-

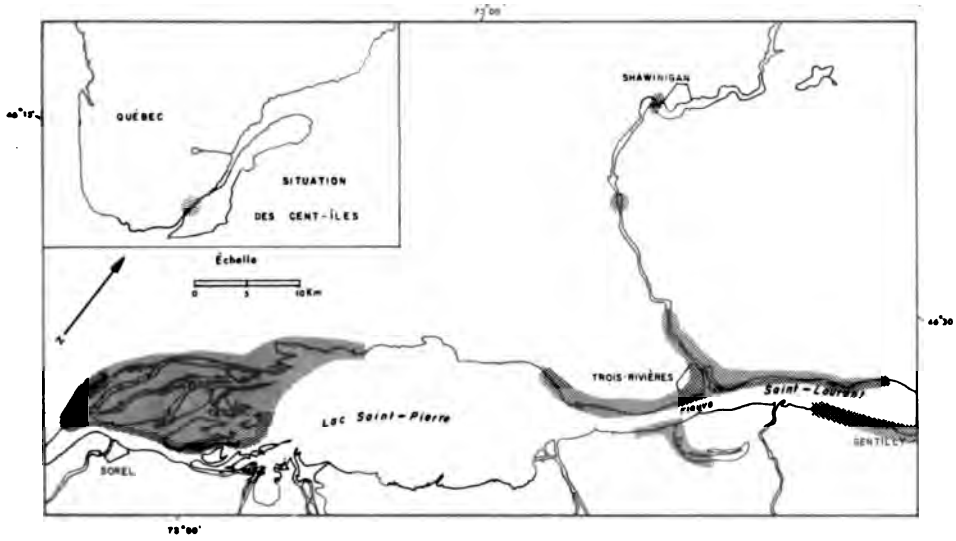


Figure 1. Limites et situation géographique de la région prospectée depuis 1973.

ın du type filet Langeron, d'un diamè- e de 20 cm, avec lequel on parcourt ne distance déterminée qui est fonc- on du type de gîte et de la densité rvaire observée. On obtient ainsi des onnées semi-quantitatives permettant e comparer les densités de larves d'un iotope à l'autre. Les larves ainsi préle- ées sont ensuite comptées en labora- ıire et les résultats exprimés en nom- re de larves par mètre cube (L/m³)

Ces prélèvements ont été complétés ar des captures de femelles à l'aide 'un capturateur d'adultes du type tube- spirateur; nous avons également em- loyé des pièges lumineux du type CDC, ouplés à une source de gaz carbonique ıloc de glace sèche).

Les larves et les adultes femelles ont té identifiées à l'aide de la clé de Car- enter et Lacasse (1974) et surtout de la é mise au point par Wood, de l'Institut e biosystématique du Ministère de agriculture du Canada, qui doit paraître rochainement dans «The mosquitoes ' Canada» par Wood *et al.*

Chacune des stations d'études et plus énéralement les groupements végétaux oservés ont fait l'objet d'une analyse de la végétation selon la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet (1964). Les noms scientifiques des plantes citées dans le texte suivent la désignation proposée dans la seconde édition de la Flore laurentienne de Marie-Victorin (1935, mise à jour par Rouleau en 1964).

La nomenclature taxonomique que nous avons adoptée pour les moustiques est celle préconisée par Wood (1977) et par Wood *et al.* (à paraître). Les noms de genre ou de sous-genre de certaines espèces diffèrent ainsi de ceux retenus par Knight et Stone (1977). Ainsi, *Aedes atropalpus* est depuis Zavortink (1972) classé par certains auteurs dans le sous-genre *Ochlerotatus*; nous l'avons maintenu dans le sous-genre *Finlaya*. Ce dernier sous-genre a lui-même été éclaté. C'est ainsi que dans Knight et Stone (1977), *Aedes triseriatus* et *Ae. hendersoni* sont regroupés dans le sous-genre *Protomacleaya*; nous les avons maintenus dans le sous-genre *Finlaya*. *Aedes (Och.) trichurus* est maintenant dénommé *Ae. (Och.) provocans* (Wood, 1977). *Mansonia (Coquillettidia) perturbans* est enfin souvent nommé Coquillettidia (Coq). perturbans. Pour notre part, nous avons conservé

le nom générique de *Mansonia*. Les abréviations de genre et de sous-genre que nous employons sont celles proposées par Reinert (1975) et recommandées par *Mosquito News* dans son éditorial 1976, 36(3): 376.

CADRE BIOPHYSIQUE

La région étudiée appartient à la zone des forêts tempérées froides, à la ceinture de la forêt décidue. Elle est limitrophe à deux domaines phytosociologiques: celui de l'érablière à caryers (archipel des Cent-Îles) et celui de l'érablière laurentienne de la région de Trois-Rivières (Grandtner, 1966). Plus précisément, les milieux riverains sont caractérisés par l'érablière alluviale à érable argenté *(Acer saccharinum)* aussi bien dans le premier que le second domaine. C'est surtout la présence ou l'absence de *Celtis occidentalis* qui indique si l'on est dans le domaine de l'érablière à caryers ou non.

La morphologie des îles amène la végétation à se distribuer en ceintures et à former des groupements dont la succession se répète d'une île à l'autre. En effet, chaque île a une forme générale en fer à cheval dont la base constituerait la partie amont, et les bras, l'aval, avec une topographie s'abaissant de l'amont vers l'aval. Les bras encerclent des baies et des battures à l'abri du courant, où se développent des groupements aquatiques ou semi-aquatiques couvrant de vastes superficies (île à l'Aigle, île de la Girodeau, île à l'Ours, île de Grâce) très favorables aux Anophèles. Les groupements forestiers les plus hygrophiles occuperont la moitié aval des îles tandis que les cultures et les prairies de fauche se retrouveront en amont de chaque île et davantage dans les îles amont de l'archipel (île Dupas, île St-Ignace, île Madame), sur les terres les plus hautes.

L'homme effectue en outre des coupes de bois au sein de l'érablière argentée. Après de telles coupes, l'orme se développe rapidement et devient temporairement l'espèce dominante, donnant de par son port une physionomie très typique aux forêts de certaines îles (île Dupas, îles de Grâce). De plus en plus, les coupes deviennent totales, toutes les essences étant récupérées pour, notamment, la confection industrielle de bois aggloméré. Les parcelles fraîchement bûchées sont alors plus souvent et plus durablement inondables, la nappe phréatique étant plus superficielle par diminution de l'évapotranspiration. Elles deviennent alors des gîtes très propices au développement des populations larvaires de moustiques en été *(Culex territans, Cx. restuans* et *Aedes vexans)*.

Résultats

LES CULICIDES

Vingt-six espèces parmi les trente-trois recensées depuis 1973 dans la région se retrouvent dans les milieux riverains (tableau I); ce fait est en soi intéressant. *Aedes decticus, Ae. diantaeus, Culiseta melanura* et *Wyeomyia smithii*, par exemple, ne se rencontrent qu'en milieu tourbeux (Maire, 1977). D'autres ne sont observées dans les îles que de façon occasionnelle, alors qu'elles sont largement répandues dans les autres milieux astatiques, c'est le cas des trois principales espèces du nord-est américain: *Aedes canadensis, Ae. communis* et *Ae. punctor*. Certaines par contre sont davantage observées dans les milieux riverains. Il en est ainsi au printemps d'*Aedes cinereus, Ae. stimulans, Ae. excrucians* et *Ae. intrudens*, en été d'*Anopheles earlei, An. walkeri* et *An. punctipennis*, d'*Aedes vexans* et de *Culex territans*. *Aedes aurifer* enfin, qui atteint à Trois-Rivières sa limite septentrionale de répartition, ne s'observe que dans les milieux sous la dépendance du fleuve

TABLEAU I

Inventaire des espèces recensées dans la région laurentidienne depuis 1973. Les espèces observées dans les milieux riverains sont signalées par un astérisque.

* *Anopheles* (Anopheles) *earlei* Vargas	* *Ae. (Och.) excrucians* (Walker)
* *An. (An.) punctipennis* (Say)	* *Ae. (Och.) fitchii* (Felt et Young)
* *An. (An.) quadrimaculatus* Say	*Ae. (Och.) flavescens* (Mueller)
* *An. (An.) walkeri* Theobald	* *Ae. (Och.) intrudens* Dyar
* *Aedes (Aedes) cinereus* Meigen	* *Ae. (Och.) provocans* (Walker)
* *Ae. (Aedimorphus) vexans* (Meigen)	* *Ae. Och.) punctor* (Kirby)
* *Ae. (Finlaya) atropalpus* (Coquillett)	* *Ae. (Och.) riparius* Dyar et Knab
* *Ae. (Fin.) hendersoni* Cockerell	*Ae. (Och.) sticticus* (Meigen)
* *Ae. (Fin.) triseriatus* (Say)	* *Ae. (Och.) stimulans* (Walker)
* *Ae. (Ochlerotatus) abserratus* (Felt et Young)	* *Culex (Culex) pipiens* Linnaeus
* *Ae. (Och.) aurifer* (Coquillett)	* *Cx. (Cux.) restuans* Theobald
* *Ae. (Och.) canadensis* (Theobald)	* *Cx. (Neoculex) territans* Walker
* *Ae. (Och.) communis* (De Geer)	*Culiseta (Climacura) melanura* (Coquillett)
Ae. (Och.) decticus Howard, Dyar et Knab	*Cs. (Culicella) minnesotae* Barr
Ae. (Och.) diantaeus Howard, Dyar et Knab	* *Cs. (Cuc.) morsitans* (Theobald)
Ae. (Och.) dorsalis (Meigen)	* *Mansonia (Coquillettidia) perturbans* (Walker)
	Wyeomyia (Wyeomyia) smithii (Coquillett)

Saint-Laurent et de ses tributaires. Signalons aussi que les forêts à base d'érable argenté sont composées d'arbres parfois âgés, ce qui favorise la présence d'*Aedes triseriatus*, espèce essentiellement dendrolimnique, dont le type de gîte préférentiel est constitué de cavités dans les arbres où s'accumulent un peu d'eau et de substrat organique. *Aedes triseriatus* a en outre été prélevé dans d'autres milieux tels que collection d'eau semi-permanentes au sein de l'érablière argentée et milieux artificiels (frigidaires et chaloupes désaffectés). Dans ce dernier cas, on pourrait observer aussi des populations d'*Aedes hendersoni*.

LES NIVEAUX ÉCOLOGIQUES À LARVES DE MOUSTIQUES

Plutôt que de présenter une description détaillée de chacun des niveaux écologiques analysés, nous avons opté pour une représentation plus synthétique permettant de comparer rapidement ce qui caractérise et différencie chacun d'entre eux (tableau II).

Chaque niveau est identifié par les espèces végétales caractéristiques ainsi que par les principales espèces constituant la flore compagne. De même, nous avons indiqué quelles sont les espèces de moustiques caractéristiques et celles qui les accompagnent. Nous indiquons également, lorsque c'est possible, quelle est la densité larvaire moyenne exprimée en nombre de larves par mètre cube (L/m^3). Nous avons également indiqué quel est le taux moyen de recouvrement en eau au printemps et en été, principales périodes de développement des larves de moustiques. Une brève description du type de gîte complète enfin la caractérisation de chacun des niveaux écologiques.

TABLEAU II

Les niveaux écologiques des rives et des îles du fleuve Saint-Laurent entre Sorel et Gentilly

LES NIVEAUX SEMI-AQUATIQUES :

Niveaux écologiques	*Plantes compagnes*	*Espèces culicidiennes dominantes*	*Espèces culiciennes compagnes*	*Densité en larves par mètre cube* (L/m³)	*Taux de recouvrement en eau %* Printemps	*Taux de recouvrement en eau %* été	*Description du type de gîte culicidien*
Niveau à *Scirpus americanus*	*Scirpus acutus* *Scirpus fluviatilis* *Sagittaria latifolia*	*Anopheles earlei*			100	100	Mode battu, hauteur d'eau moyenne : 1 m.
Niveau à *Sagittaria latifolia* et *Sparganium eurycarpum*	*Scirpus acutus* *Scirpus fluviatilis* *Butomus umbellatus* *Typha latifolia*	*Anopheles earlei* *Anopheles walkeri* *Aedes vexans*	*Aedes aurifer* *Culex territans* *Culex restuans* *Culex pipiens* *Anopheles punctipennis* *Anopheles quadrimaculatus*	50	100	20 à 80	Zones littorales et battures. Hauteur d'eau variant de 130 cm (printemps) à 25 cm d'eau en été.
Niveau à *Spartina pectinata*	*Sagittaria latifolia* *Rorippa amphibia* *Pontederia cordata* *Mimulus ringens*		*Anopheles earlei* *Anopheles punctipennis* *Anopheles walkeri*		100	20 à 40	Assèchement estival. Hauteur d'eau moyenne : 60 cm.
Niveau à *Typha latifolia*	*Sagittaria latifolia* *Butomus umbellatus* *Bidens vulgata* *Sium suave* *Alisma gramineum*	*Culex territans* *Aedes vexans*	*Aedes excrucians* *Aedes intrudens* *Aedes cinereus*	1 000	100	10 à 30	10 cm d'eau environ l'été. Dans les îles groupement à la ceinture des battures à sagittaire.
Niveau à *Scirpus pedicellatus*	*Lythrum salicaria* *Calamagrostis canadensis* *Stachys palustris* *Lycopus uniflorus*	*Aedes excrucians* *Aedes vexans*	*Aedes aurifer* *Aedes cinereus*	700	50		Assèchement estival. De 10 à 30 cm d'eau au printemps.
Niveau à *Phalaris arundinacea*	*Calamagrostis canadensis* *Glyceria canadensis* *Sium suave* *Lythrum salicaria* *Juncus tenuis*	*Aedes aurifer* *Aedes vexans*	*Aedes cinereus* *Aedes excrucians* *Aedes intrudens* *Aedes stimulans* *Culex territans*	80 (printemps) 800 (été)	30	20	Hauteur d'eau de 20 cm en moyenne sur battures sablo-limoneuses.

Niveaux écologiques	*Plantes compagnes*	*Espèces culicidiennes dominantes*	*Espèces culiciennes compagnes*	*Densité en larves par mètre cube* (L/m³)	*Taux de recouvrement en eau %* *Printemps*	*été*	*Description du type de gîte culicidien*
Niveau à *Salix nigra* et *Salix lucida*	*Salix rigida* *Salix fragilis* *Cornus stolonifera*	*Aedes cinereus*	*Aedes excrucians* *Aedes vexans*				Fourré dense sur sables. Immersion printanière. Niveau des rives du fleuve.
Niveau à *Salix gracilis*	*Cornus stolonifera* *Spartina pectinata* *Sium suave* *Alisma triviale*	*Aedes aurifer*	*Aedes vexans* *Aedes cinereus* *Aedes excrucians* *Aedes stimulans* *Aedes territans* *Aedes intrudens* *Culex restuans* *Anopheles walkeri*	120 (printemps) 130 (été)	75	10	Hauteur d'eau variant de 50 à 5 cm d'eau. Niveau des berges des îles.
Niveau à *Acer saccharinum*, *Fraxinus pensylvanica* et *Ulmus americana*	*Cornus stolonifera* *Rorippa amphibia* *Lythrum salicaria* *Lycopus americanus* *Onoclea sensibilis*	*Aedes cinereus*	*Aedes aurifer* *Aedes vexans* *Anopheles walkeri* *Culex territans* *Aedes excrucians*		100	100	Hauteur d'eau d'environ 60 cm. Assèchement estival.
Niveau à *Acer saccharinum*, *Fraxinus pensylvanica* et *Ulmus americana*				100	100		
1- Variante à *Rorippa amphibia*	*Polygonum coccineum* *Sagittaria latifolia* *Bidens vulgata*	*Aedes aurifer* *Aedes vexans*	*Aedes cinereus* *Aedes excrucians* *Culex territans* *Aedes abserratus* *Aedes stimulans* *Anopheles walkeri*				Ancien cours d'eau colmaté. Hauteur d'eau variant de 50 à quelques cm. Nappe phréatique affleurant sur gleysol.
2- Variante à *Onoclea sensibilis*	*Fraxinus pensylvanica* *Myosotis scorpioides* *Smilax herbacea* *Lycopus americanus* *Thalictrum pubescens*	*Aedes aurifer* *Aedes vexans*	*Aedes abserratus* *Aedes cinereus* *Aedes intrudens* *Aedes excrucians* *Aedes stimulans* *Aedes communis* *Aedes canadensis* *Aedes triseriatus* *Aedes riparius*	100 (printemps) 2 300 (été)	100	10	Hauteur d'eau au printemps d'environ 50 cm. Assèchement estival.

TABLEAU II (suite)

Niveaux écologiques	Plantes compagnes	Espèces culicidiennes dominantes	Espèces culiciennes compagnes	Densité en larves par mètre cube (L/m³)	Taux de recouvrement en eau % Printemps	Taux de recouvrement en eau % été	Description du type de gîte culicidien
3- Variante à *Laportea canadensis*	*Fraxinus pensylvanica* *Thalictrum pubescens* *Scutellaria lateriflora* *Eupatorium maculatum* *Angelica atropurpurea* *Chelone glabra* *Vitis riparia*	*Aedes aurifer* *Aedes vexans*	*Aedes abserratus* *Aedes cinereus* *Aedes excrucians* *Aedes stimulans* *Aedes communis* *Aedes canadensis* *Aedes riparius*	100 (printemps) 2 300 (été)	100	< 10	Hauteur d'eau au printemps d'environ 25 cm. Assèchement estival.
4- Variante à *Matteuccia struthiopteris*	*Fraxinus pensylvanica* *Viburnum cassinoides* *Viburnum trilobum* *Laportea canadensis* *Menispermum canadense* *Solanum dulcamara* *Smilax herbacea* *Vitis riparia*	*Aedes aurifer*	*Aedes cinereus* *Aedes intrudens* *Aedes provocans* *Aedes communis* *Aedes abserratus*	100	20 à 100		Hauteur d'eau de 20 cm lors des crues exceptionnelles. Assèchement estival.
Niveau à *Alnus rugosa* et *Cephalanthus occidentalis*	*Myrica gale* *Salix fragilis* *Spiraea latifolia* *Osmunda regalis* *Symplocarpus foetidus*	*Aedes aurifer* *Aedes vexans*	*Aedes cinereus* *Aedes excrucians* *Aedes intrudens* *Aedes stimulans* *Culex restuans* *Culex pipiens*	60 (printemps) > 500 000 (été)	50 à 100	5 à 10	Occupe les anciens chenaux colmatés. Hauteur d'eau variant de 60 cm à 5 cm en été. Gleysol.

LES NIVEAUX D'ORIGINE ANTHROPIQUE :

Niveaux écologiques	*Plantes compagnes*	*Espèces culicidiennes dominantes*	*Espèces culiciennes compagnes*	*Densité en larves par mètre cube* (L/m³)	*Taux de recouvrement en eau %* Printemps	été	*Description du type de gîte culicidien*
Niveau à *Ulmus americana*	*Acer saccharinum* *Fraxinus americana* *Fraxinus pensylvanica* *Myosotis scorpioides* *Carex lupulina* *Calamagrostis canadensis* *Lycopus americanus*	*Aedes aurifer* *Aedes vexans*	*Aedes cinereus* *Aedes stimulans* *Anopheles walkeri*	20 (printemps) 8 000 (été)	20		D'origine anthropique; groupement de régénération après coupe de bois. Hauteur d'eau variant de 10 à 30 cm.
Niveau à *Phleum pratense* et *Agropyron repens*	*Vicia cracca* *Alopecurus pratensis* *Trifolium repens* *Trifolium arvense* *Ranunculus acris*	Exceptionnellement *Aedes aurifer*	Exceptionnellement *Aedes cinereus* *Aedes intrudens*	250			Prairie de fauche.
Fossés	*Typha angustifolia* *Calamagrostis canadensis* *Carex gynandra* *Carex lurida* *Scirpus atrovirens* *Glyceria canadensis* *Chelone glabra*	*Culex territans* *Aedes vexans*	*Anopheles quadrimaculatus* *Aedes canadensis* *Aedes cinereus* *Aedes communis* *Aedes stimulans* *Aedes excrucians* *Aedes fitchii* *Aedes intrudens*				Eau permanente ou semi-permanente. Hauteur d'eau de 60 cm à quelques cm.

LES NIVEAUX PARTICULIERS :

Mares de rochers	Aphytique	*Aedes atropalpus*	*Anopheles punctipennis* *Aedes canadensis* *Culex pipiens* *Culex restuans* *Culex territans*				
Pneux, vieux réfrigérateurs et chaloupes désaffectées		*Culex restuans* *Aedes triseriatus*	*Aedes hendersoni* *Culex pipiens* *Culex territans*				

Nous avons de plus illustré, par deux transects synthétiques, quelle est la répartition des espèces culicidiennes au sein des niveaux écologiques riverains présents soit dans les îles (fig. 3) soit le long des rives du fleuve Saint-Laurent (fig. 4).

Comme les groupements végétaux nettement aquatiques ne constituent pas des gîtes potentiels à larves de moustiques nous ne les considérons pas comme des niveaux écologiques. Pour cette raison, leur description n'est pas abordée dans ce texte. Signalons toutefois que l'on distingue en milieu aquatique, dans la zone étudiée, trois groupements végétaux, l'un à dominance de *Vallisneria americana*, un deuxième à *Myriophyllum exalbescens* et *Elodea canadensis* et un troisième à *Zizania aquatica*.

Nous présentons sur la figure 2 les périodes de développement des populations larvaires et imaginales des espèces observées dans les milieux riverains en 1976 et 1977. Les deux espèces les plus précoces sont *Aedes provocans* et *Ae. abserratus*. En 1976, la crue centenaire du fleuve fut accompagnée d'un embâcle important, ce qui a rendu l'accès aux îles difficile et parfois même impossible au début du printemps. Nous n'avons alors pu effectuer nos prélèvements de larves qu'une fois l'embâcle terminé. Cette année-là, nous n'avons pas observé de stades larvaires d'*Aedes abserratus*, qui composait par contre la totalité des premières populations d'adultes vulnérants.

Aedes provocans est une espèce assez sporadique, que l'on observe très tôt au printemps au quatrième stade larvaire soit dans les plaines inondées,

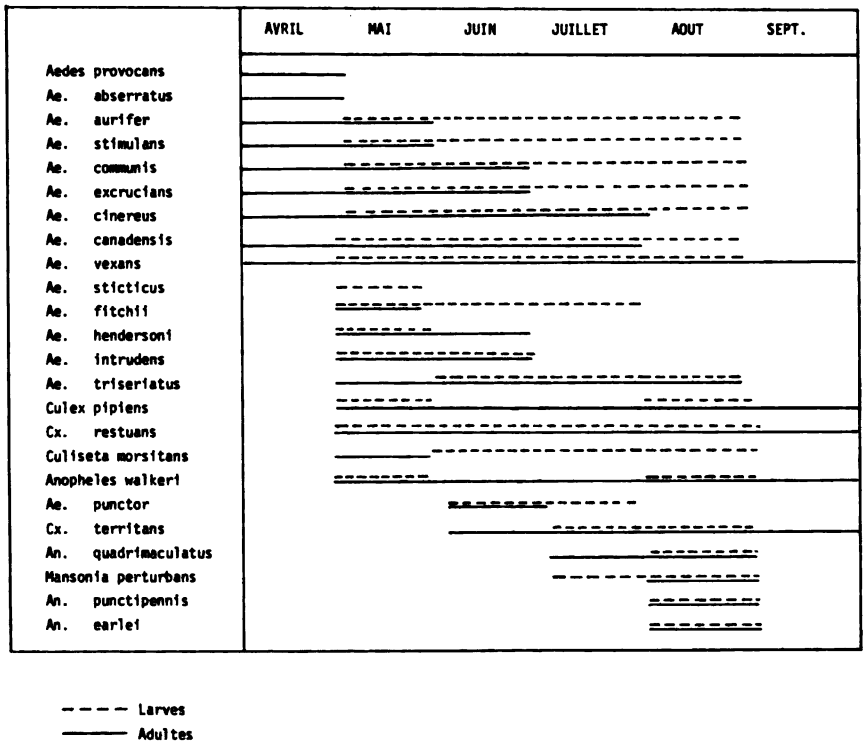


Figure 2. Périodes de développement des espèces de moustiques dans les milieux riverains *étudiés (larves et imagos).*

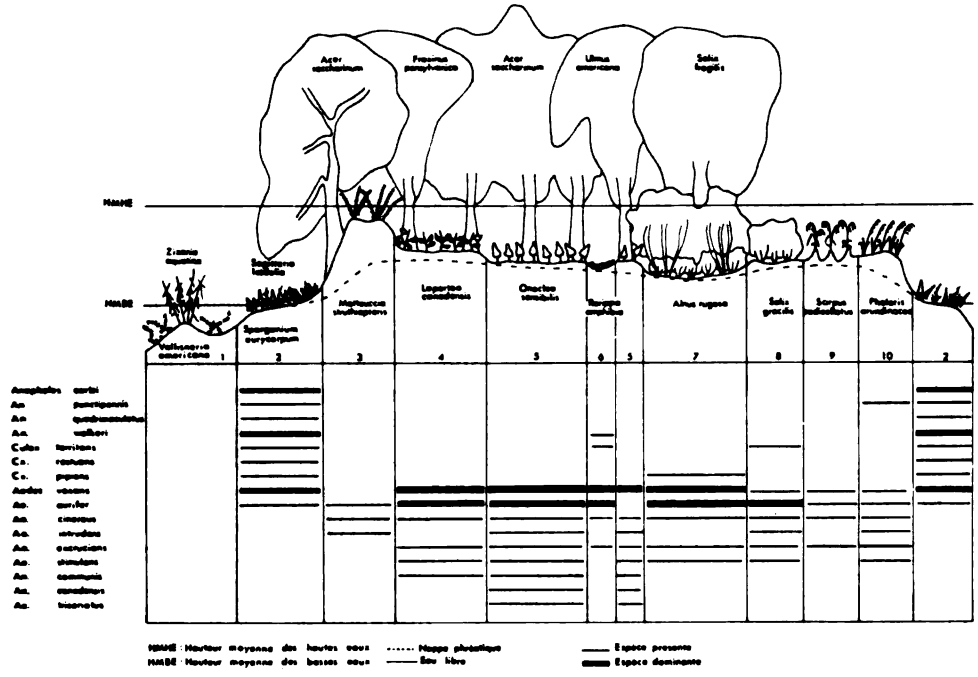


Figure 3. Répartition des populations larvaires de moustiques dans les niveaux écologiques des îles de l'archipel des Cent-Îles.

dans les bosquets arbustifs à saules, soit dans les parties les plus élevées et donc les moins hygrophiles de l'érablière argentée, au sein des mares isolées entourées par *Viburnum cassinoides* et *V. trilobum*. Dans ce dernier cas, c'est un milieu qui n'est guère submergé lors des crues moyennes, ce qui pourrait expliquer que cette espèce ne soit pas recensée chaque année.

Pour simplifier, on peut observer deux vagues principales de populations larvaires. Au printemps, *Aedes aurifer* et *Ae. cinereus* constituent l'essentiel des espèces piqueuses, accompagnées d'*Aedes excrucians* et/ou *Ae. stimulans* selon les années, d'*Ae. abserratus* ainsi que d'*Ae. intrudens*, et déjà, d'*Ae. vexans* (fig. 2). En été, cette dernière espèce est la plus importante, surtout lors des étés à précipitations abondantes. La saison estivale correspond aussi au développement larvaire des Anophèles, dont la succession des populations larvaires peut se prolonger jusqu'en automne. De même, *Culex restuans* et *Cx. territans* sont des espèces estivales polyvoltines.

LES NIVEAUX SEMI-AQUATIQUES

Immergés pendant la majeure partie de l'année, ils peuvent cependant s'assécher au cours des étés secs. On y observe éventuellement quelques larves éparses au cours du printemps; il est probable cependant qu'elles proviennent des niveaux écologiques situés plus haut, d'où elles peuvent dériver. Par contre, ce sont au cours de l'été les gîtes par excellence des populations larvaires d'Anophèles et même, lorsque l'étiage estival est important, peuvent être des gîtes à *Culex*. On y observe en effet des dépressions turbides isolées, où ces dernières peuvent se développer. Nous avons distingué six niveaux écologiques (tableau II).

LES NIVEAUX À INONDATIONS TEMPORAIRES

Tous les gîtes à *Aedes* printaniers appartiennent à cette catégorie. Signalons tout d'abord que l'ensemble des groupements forestiers alluviaux sont caractérisés par l'érable argenté. Assimiler toute l'érablière argentée à un même niveau écologique nous a semblé cependant abusif, dans la mesure où la dénivellée, pour ne donner qu'un exemple, est de quatre mètres entre le groupement le plus hygrophile et le groupement le plus sec.

Au sein de l'érablière argentée, nous avons ainsi distingué deux niveaux écologiques. L'un, inférieur, est caractérisé par un peuplement à dominance de *Acer saccharinum* ou de *Populus deltoïdes* (fig. 4). Cette formation est surtout observée le long des berges du fleuve Saint-Laurent et sur les îles du delta de la rivière Saint-Maurice, à Trois-Rivières (Maire *et al.*, 1975). L'autre niveau écologique, supérieur, est caractérisé dans son ensemble par une érablière argentée à frênes et orme; le groupement végétal qui permet de l'identifier correspond à l'*Ulmo-Aceretum saccharini* (Dansereau, 1946). Nous l'avons subdivisé en quatre variantes, chacune caractérisée par l'abondance-dominance élevée de quelques espèces végétales (Lacoste et Salanon, 1969). En effet, au printemps, selon l'intensité des crues, toutes ces variantes ne seront pas inondées, ou sinon n'auront ni la même hauteur d'eau d'inondation ni surtout la même période d'immersion. Au cours de l'été, les variantes les plus élevées ne sont pas submergées, et ne peuvent donc pas constituer des gîtes potentiels à larves de moustiques, ce qui n'est pas le cas des variantes plus hygrophiles.

Sur la figure 3, nous avons illustré la position relative de ces quatre varian-

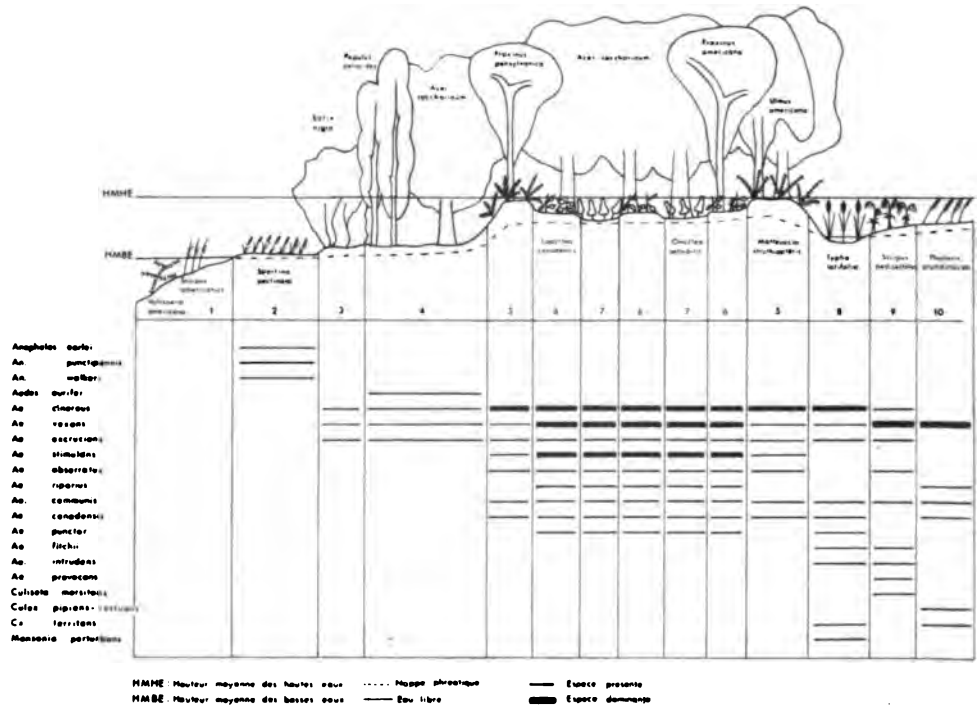


Figure 4. Répartition des populations larvaires de moustiques dans les niveaux écologiques des rives du fleuve Saint-Laurent à Trois-Rivières.

ıs en les figurant par leurs espèces erbacées dominantes.

Discussion

ARTOGRAPHIE DES NIVEAUX

Nous avons présenté à titre d'illustra-on la cartographie des niveaux écoloiques présents sur l'île à l'Aigle, identifiés et repérés à l'aide de photographies aériennes au 1 : 15 000. Chaque niveau écologique est identifié par les espèces caractérisant son groupement végétal et aussi par les espèces culicidiennes qui le caractérisent, ce qui présente pour l'entomologiste un intérêt évident. Précisons qu'une telle carte indique les niveaux écologiques potentiels. En effet, les crues n'ont pas la même intensité

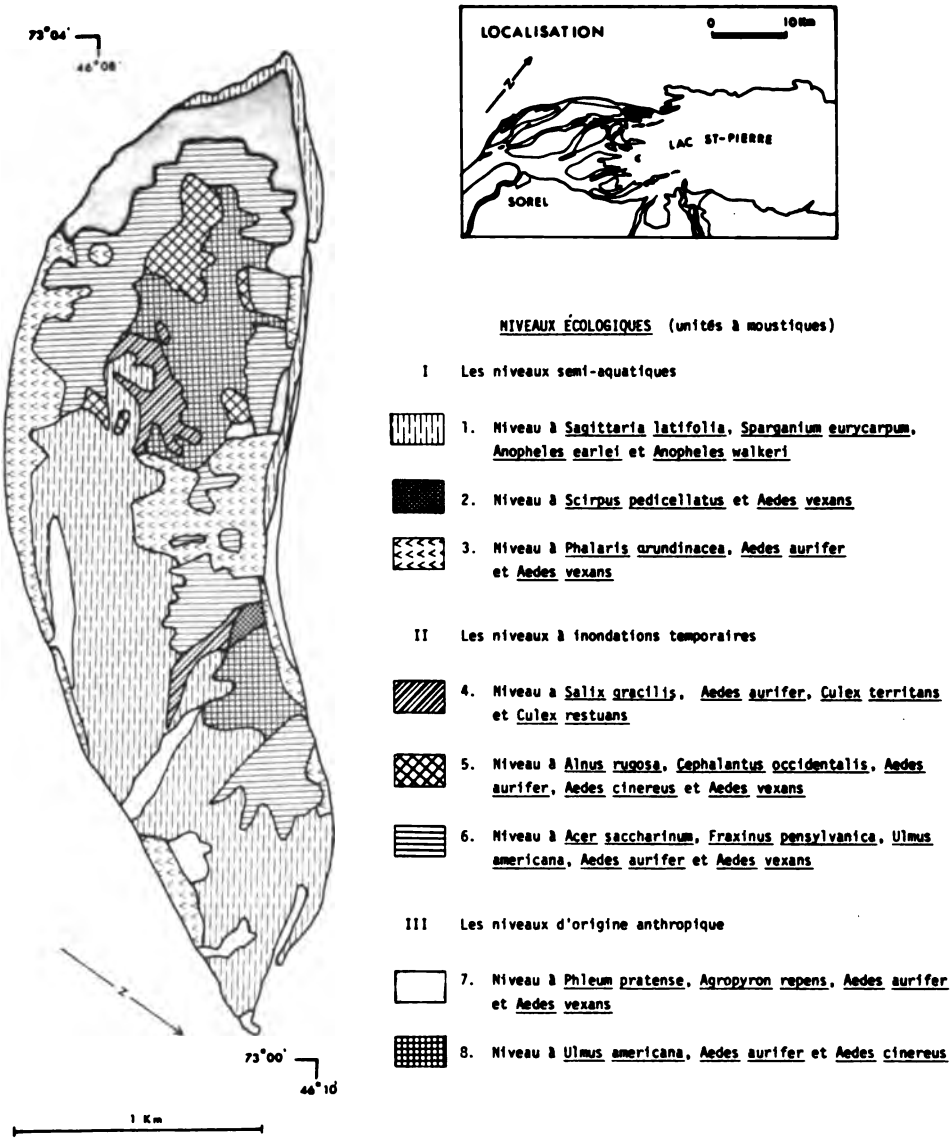


Figure 5. *Cartographie des niveaux* écologiques à larves de moustiques de l'île à l'Aigle *rchipel des Cent-Îles du lac Saint-Pierre).*

TABLEAU III

Biomasse estimée pour certains niveaux de l'archipel des Cent-Îles (1976-1977)

Niveaux écologiques		*Recouvrement en eau (%)*	*Densité larvaire en larve par mètre cube (L/m³)*	*Hauteur d'eau (m)*	*Larves/hectare (L/ha)*	*Biomasse kg/ha**	*Superficie totale en eau (m²)*	*Nombre d'ha*	*Nombre de larves estimé*	*Biomasse totale (kg)*
à *Acer saccharinum, Fraxinus pensylvanica* et *Ulmus americana*	P	100	90	0,50	450 000	1,35	$17,7 \times 10^6$	1 770	8×10^6	2 400
	E	10	2 300	0,20	4 600 000	13,8	$1,77 \times 10^6$	177	8×10^6	2 400
à *Ulmus americana*	P	100	20	0,30	60 000	0,18	$2,5 \times 10^6$	250	15×10^6	45
	E	15	8 000	0,12	9 600 000	28,8	$0,37 \times 10^6$	37	35×10^7	1 100
à *Alnus rugosa* et *Cephalanthus occidentalis*	P	50	60	0,45	270 000	0,8	$0,62 \times 10^6$	62	17×10^6	50
	E	5	570 000	0,05	285×10^6	855	$0,06 \times 10^6$	6	2×10^9	5 200
à *Salix gracilis*	P	75	120	0,45	540 000	1,6	$2,3 \times 10^6$	230	1×10^6	370
	E	10	135	0,15	202 500	0,6	$0,3 \times 10^6$	30	6×10^6	20
à *Phalaris arundinacea*	P	30	80	0,20	160 000	0,48	$1,0 \times 10^6$	100	16×10^6	50
	E	20	800	0,15	1 200 000	3,6	$0,7 \times 10^6$	70	84×10^6	250
à *Scirpus pedicellatus*	P	30	700	0,10	700 000	2,1	$0,4 \times 10^6$	40	20×10^6	85
	E	—	—	—	—	—	—	—	—	—
à *Sagittaria latifolia*	P	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	E	20	50	0,25	125 000	0,37	$0,8 \times 10^6$	80	1×10^7	30
							Total P	2 452	10×10^6	3 000
							Total E	400	3×10^9	9 000
									Total	12 000

* 1 larve (4e stade) = 0,003 g

P : printemps

E : été

ıe année à l'autre; d'autre part, n l'abondance des précipitations au rs de l'été, les niveaux écologiques vent être improductifs soit au con- e être régulièrement mis en eau, ce influe directement sur la quantité noustiques qui se développeront et c sur l'intensité de la nuisance statée. Il faut donc interpréter une carte en tenant compte des mises eau saisonnières et des superficies mergées. On peut même très bien sager un véritable système prévi- ınel à partir duquel, en connaissant ıauteur de la nappe fluviale ou le it du fleuve, on sait quels sont les aux effectivement inondés et donc ıportant effectivement des larves de ıstiques (Aïn *et al.*, 1974).

CUL DE PRODUCTIVITÉ

ur un plan plus fondamental, la carte niveaux écologiques permet d'en culer assez précisément la superficie, donc de connaître la quantité de ıstiques produite au cours de l'an- ou au cours des saisons. En effet, combinant pour chaque niveau la sité moyenne en larves par mètre e d'eau, la hauteur d'eau dans le gîte cours de la période de développe- ıt larvaire, le taux de recouvrement eau, et, à partir de la carte, la super- couverte par le niveau écologique, est en mesure d'évaluer la quantité larves produite au sein de chaque ıau et d'une façon plus générale sur erritoire constitué par l'ensemble de niveaux écologiques.

lous avons présenté sur le tableau III données calculées pour les années 6 et 1977, au printemps et l'été, r les principaux niveaux écologiques rains présents sur l'archipel des ıt-Îles.

a superficie couverte par les milieux rains inondés par le fleuve au prin- ps est d'*environ 2 800 ha pour* un ter- ritoire complet d'environ 10 000 ha. Ces 2 800 ha produisent au cours du printemps en moyenne au moins un milliard de larves et l'été en moyenne quatre milliards de larves. Une larve de moustique parvenue au 4e stade pesant en moyenne 3 mg, ceci correspond à une biomasse respective de 3 tonnes au printemps et de 9 tonnes l'été. Ces données sont assez comparables à celles obtenues par Horsfall *et al.* (1975) dans les milieux alluviaux à base d'érable argenté, situés le long de la rivière Sangamon, en Illinois. Ils obtiennent en effet environ 60 millions d'œufs à l'hectare. Or, nos données pour l'été nous indiquent une production moyenne de 100 millions de larves à l'hectare. Pour le printemps, nos données sont nettement plus faibles: environ 400 000 larves par hectare. Un autre auteur, Vansulin (1977), a obtenu dans la région de Léningrad, en 1970 à 1974, de 15 millions de nymphes à l'hectare à 45 millions de nymphes à l'hectare.

Pour connaître le rôle écologique du moustique dans le flux énergétique d'un écosystème aquatique temporaire, ces données sont fondamentales. Et pour les obtenir, il est non seulement indispensable d'effectuer des mesures quantitatives des populations larvaires de moustiques, mais aussi de connaître les superficies productives. Dans ce dernier cas, la cartographie des niveaux écologiques est un excellent moyen d'en calculer la superficie.

Bien que le nombre d'hectares en eau au printemps soit beaucoup plus grand qu'en été (2 500 ha environ contre 400 ha), la densité larvaire y est faible, tandis que l'été, les densités sont souvent dix fois plus fortes. Un été sec cependant, il peut n'y avoir qu'une faible production si les gîtes n'ont pas l'occasion d'être submergés. La production printanière par contre est sensiblement analogue d'une année à l'autre.

Ainsi, et pour prendre un exemple démonstratif, nous avons obtenu en 1976 pour l'ensemble de l'érablière argentée une densité au printemps de 67 larves par mètre cube (L/m³) et l'été de 27 600 L/m³. Pour le même milieu, en 1977, nous avons obtenu 107 L/m³ au printemps et 46 L/m³ en été. Les productions respectives seraient dans ce cas:

— 670 000 L/ha × 1 770 ha = 1 milliard de larves (approximativement, une biomasse de 3 500 kg) pour le printemps 1976;

— 55 × 10⁶ L/ha × 177 ha = 10 milliards de larves (environ 30 000 kg) pour l'été 1976;

— 950 000 millions de larves au printemps 1977;

— 16 millions de larves pour l'été 1977.

Les chiffres à partir desquels nous avons tenté d'évaluer une production en larves de moustiques sous-estiment à notre avis la réalité. Signalons en effet que déjà au départ, la méthode d'échantillonnage qui consiste à utiliser un filet à zooplanton, bien que très pratique, n'est pas la plus raffinée pour effectuer des mesures quantitatives absolues. Il nous paraît ainsi, mais ceci reste à approfondir, qu'un filet, à vitesse lente de l'opérateur, pour une section de 20 cm et une profondeur de filet de 25 cm, refoule l'eau suffisamment pour qu'il y ait fuite de larves et donc sous-estimation du nombre d'individus composant les populations culicidiennes soumises à échantillonnage. De plus, il est très difficile d'échantillonner dans des milieux qui au printemps sont entièrement submergés et dont la hauteur d'eau correspond à celle de bottes cuissardes. Malgré tout, les résultats obtenus donnent une idée de la quantité minimale de larves pouvant se développer dans ces milieux. Ils n'affectent en outre pas les principes mêmes de la méthode. Nous nous proposons cependant de présenter ultérieurement une étude critique des données obtenues avec un filet à zooplancton, *pour de multiples milieux*.

Conclusion

Les analyses que nous venons de p
senter sur les moustiques des mili
riverains dépendant du fleuve Sa
Laurent, entre Sorel et Gentilly, nous
amené à mettre en évidence des asso
tions culicidiennes qui leur sont prop
C'est ainsi que l'association *Ae*
aurifer-Ae. cinereus est liée à et ca
térise nettement l'établière à *Acer s*
charinum dans son ensemble. Les A
phèles (*An. walkeri* et *An. earlei* not
ment) sont caractéristiques des nive
semi-aquatiques. D'autres espèces
retrouvent également plus particuli
ment dans les milieux riverains: *Ae*
intrudens, Ae. stimulans et, dans
certaine mesure, *Aedes excrucians.* I
espèces enfin comme *Aedes vexa*
Culex territans, Cx. restuans ne sont
strictement inféodées à ces milieux m
s'y développent de façon consta
On les observe en effet dans les mili
qui l'été sont susceptibles d'être tem
rairement inondés, généralement ap
d'abondantes précipitations. C'est a
qu'outre les milieux riverains, les p
nes alluviales leur seront fort propi

À la lumière de ces résultats et
ceux obtenus pour d'autres milieux
grophiles du domaine climacique
l'érablière laurentienne: les milieux t
beux (Maire, 1977), les milieux fo
tiers sur till et les plaines alluviales (M
et al., 1976), on peut, dans une prem
synthèse, dégager des associations
moustiques, caractéristiques des pri
paux types de niveaux écologiques. Ai
Aedes canadensis caractérise les
lieux tourbeux dans leur ensem
Aedes punctor les milieux forestiers
diphiles, *Aedes communis* les mili
forestiers sur argile, *Aedes cinereus*
milieux riverains et *Aedes vexans* a
bien les milieux riverains que les plai
alluviales. Lorsqu'on connaît la diffic
qu'il y a à préciser l'écologie d'espè
aussi ubiquistes que les quatre

mières, non seulement pour la zone tempérée mais pour l'ensemble du nord-est américain, il nous semble que cette première synthèse souligne le bien-fondé de la méthode appliquée et préconisée.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre des études entreprises par le Groupe de recherche sur les insectes piqueurs de l'Université du Québec à Trois-Rivières que nous tenons à remercier. Nous remercions tout particulièrement Antoine Aubin qui a révisé et critiqué ce manuscrit, de même que D. M. Wood, de l'Institut de biosystématique du Ministère de l'agriculture, à Ottawa, qui a vérifié les identifications des espèces citées dans ce texte. Ces travaux ont été financés grâce à un octroi du Conseil national de recherches du Canada (programme de subventions individuelles).

Références

AÏN, A., G. PAUTOU, A. MAIRE, B. GILOT et R. GRUFFAZ, 1974. La lutte chimique contre les moustiques: intérêt d'un contrôle des mises en eau. *In*: AUBIN, A. *et al.*, Le contrôle des moustiques. Mosquito control, 35-47. — Les Presses Univ. du Québec, Montréal, 236 p.

BRAUN-BLANQUET, J., 1964. Plant Sociology. — McGraw-hill, New-York, 865 p.

CARPENTER, S. J. and W. J. LACASSE, 1974. Mosquitoes of North America, 2e édition. — Univ. Calif. Press, Los Angeles, 360 p.

DANSEREAU, P., 1946. L'érablière laurentienne II: Les successions et leurs indicateurs. — Can. J. Research, 24(6): 235-291.

DE KONINCK, R., 1970. Les Cent-Îles du lac Saint-Pierre. — Presses Univ. Laval, Québec, 125 p.

GRANDTNER, M. M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. — Presses Univ. Laval, Québec, 216 p.

HAMELIN, L. E., 1975. De la néologie en géographie. Exemples québécois. — Cah. Géogr. Québec, 48: 429-460.

HORSFALL, W. R., R. J. NOVAK and F. L. JOHNSON, 1975. *Aedes vexans* as a flood-plain mosquito. — Environ. Entom., 4(5): 675-681.

KNIGHT, K. L. and A. STONE, 1977. A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). — The Thomas Saig Found, vol. VI, Entom. Soc. Amer. publ., Baltimore, 611 p.

LACOSTE, A. et R. SALANON, 1960. Éléments de biogéographie. — Fernand Nathan, Paris, 189 p.

MAIRE, A., 1976. Importance de l'analyse écologique des groupements végétaux dans une lutte chimique anti-larvaire contre les moustiques (Diptères: Culicidae). — Phytoprotection, — 57(2): 66-68.

MAIRE, A., 1977. Identification des biotopes à larves de moustiques des tourbières de la Basse-Mauricie (Québec méridional). — Naturaliste can., 104(5): 429-440.

MAIRE, A., BOURASSA, J.-P. et A. AUBIN, 1975. Interprétation écologique de la végétation des îles de la rivière Saint-Maurice (Québec). — Ann. Centre Univ. Savoie, II, Sc. Naturelles: 33-44.

MAIRE, A., BOURASSA, J.-P. et A. AUBIN, 1976. Cartographie écologique des milieux à larves de moustiques de la région de Trois-Rivières, Québec. — Doc. Cartogr. Écologique, 17: 49-71.

MARIE VICTORIN, Fr., 1935. Flore laurentienne. — Presses Univ. Montréal, Montréal, 925 p.

PAUTOU, G., G. AÏN, B. GILOT, J. COUSSERANS, A. GABINAUD et P. SIMONNEAU, 1973. Cartographie écologique appliquée à la démoustication. — Doc. Cartogr. Écologique, 11: 2-16.

REINERT, J. F., 1975. Mosquito generic and subgeneric abbreviation (Diptera: Culicidae). — Mosq. Systematics, 7(2): 105-110.

VANSULIN, S. A., 1977. On the technique of determination of the *Aedes* population quantity (Culicidae). — Parazitologyia, VII(3): 213-216 (en russe, résumé anglais).

WOOD, D. M., 1977. Notes on the identities of some common nearctic *Aedes* mosquitoes. — Mosq. News, 37(1): 71-81.

WOOD, D. M., P. T. DANG et R. A. ELLIS, (à paraître). The mosquitoes of Canada. Série: Les insectes et les arachnides du Canada. — Institut de biosystématique du Canada, Ministère de l'agriculture, Ottawa, 200 p. environ.

ZAVORTINK, T. J., 1972. Mosquito studies (Diptera: Culicidae) XXVIII. The new world species formerly placed in *Aedes (Finlaya)*. — Contr. Am. Ent. Inst., 8(3): 1-206.

Naturaliste can., 105: 243-258 (1978).

DYNAMIQUE ESTIVALE DU PHYTOPLANCTON DANS L'ESTUAIRE DE LA BAIE DE RUPERT (BAIE DE JAMES)[1]

Louis LEGENDRE et Yvan SIMARD

GIROQ, Département de biologie, Université Laval, Québec, G1K 7P4

Résumé

Des recherches en océanographie biologique ont été menées, en juillet-août 1976, sur le phytoplancton de la baie de Rupert (extrémité sud-est de la baie de James), en vue de mettre à jour la dynamique estivale du phytoplancton dans un milieu estuarien du Nord du Québec. Ce système estuarien est dominé par des marées de grande amplitude par rapport à la profondeur d'eau ainsi que par de fortes variations saisonnières du débit des 4 rivières qui l'alimentent (Nottaway, Broadback, Rupert et Pontax). Les eaux douces du Bouclier canadien sont très pauvres en phosphates et les concentrations qui résultent de leur mélange avec les eaux plus riches de la baie de James sont suffisamment basses pour qu'il y ait possibilité de perte d'éléments nutritifs par floculation, aux faibles salinités. Les rapports élevés chlorophylle *a* : ATP, qui résultent de l'analyse du phytoplancton, sont diagnostiques d'une limitation par les phosphates. La dynamique du phytoplancton estuarien est contrôlée par l'hydrographie journalière (marées) et saisonnière de la baie de Rupert ainsi que par la charge des eaux en suspensoïdes et les concentrations limitantes de phosphates.

Abstract

A biological oceanographic study of phytoplankton in Rupert Bay (south-eastern tip of James Bay) was conducted in July and August 1976 in an effort to understand the summer dynamics of phytoplankton in an estuarine environment of Northern Québec. This estuarine system is dominated by tides of large amplitude relative to water depth, and by strong seasonality of freshwater inputs from the 4 main rivers (Nottaway, Broadback, Rupert and Pontax). Freshwaters from the Canadian Shield are extremely poor in phosphates, and when mixing with richer marine waters of James Bay result in such low concentrations that there is a possibility of nutrients removal by flocculation at lower salinities. Results of phytoplankton analysis show high chlorophyll *a* : ATP ratios, which are diagnostic of phytoplankton limitation by phosphates. Estuarine phytoplankton dynamics are controlled by the tidal and seasonal hydrography of Rupert Bay, as well as by the high sediment load of those waters and their limiting levels of phosphates.

Introduction

La baie de Rupert, d'une longueur de plus de 60 km sur une largeur moyenne de quelques 20 km, est un vaste estuaire qui s'ouvre à l'extrémité sud-est de la baie de James, formant elle-même appendice au sud de la baie d'Hudson (fig. 1). L'orientation générale de la baie de Rupert est selon un axe nord-ouest/sud-est. Les principales arrivées d'eau douce dans la Baie sont les rivières Nottaway et Broadback, qui fusionnent pour déboucher ensemble au sud de la Baie, ainsi que la rivière Rupert et la rivière Pontax, plus petite, qui alimentent

[1] Contribution au programme du Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec.

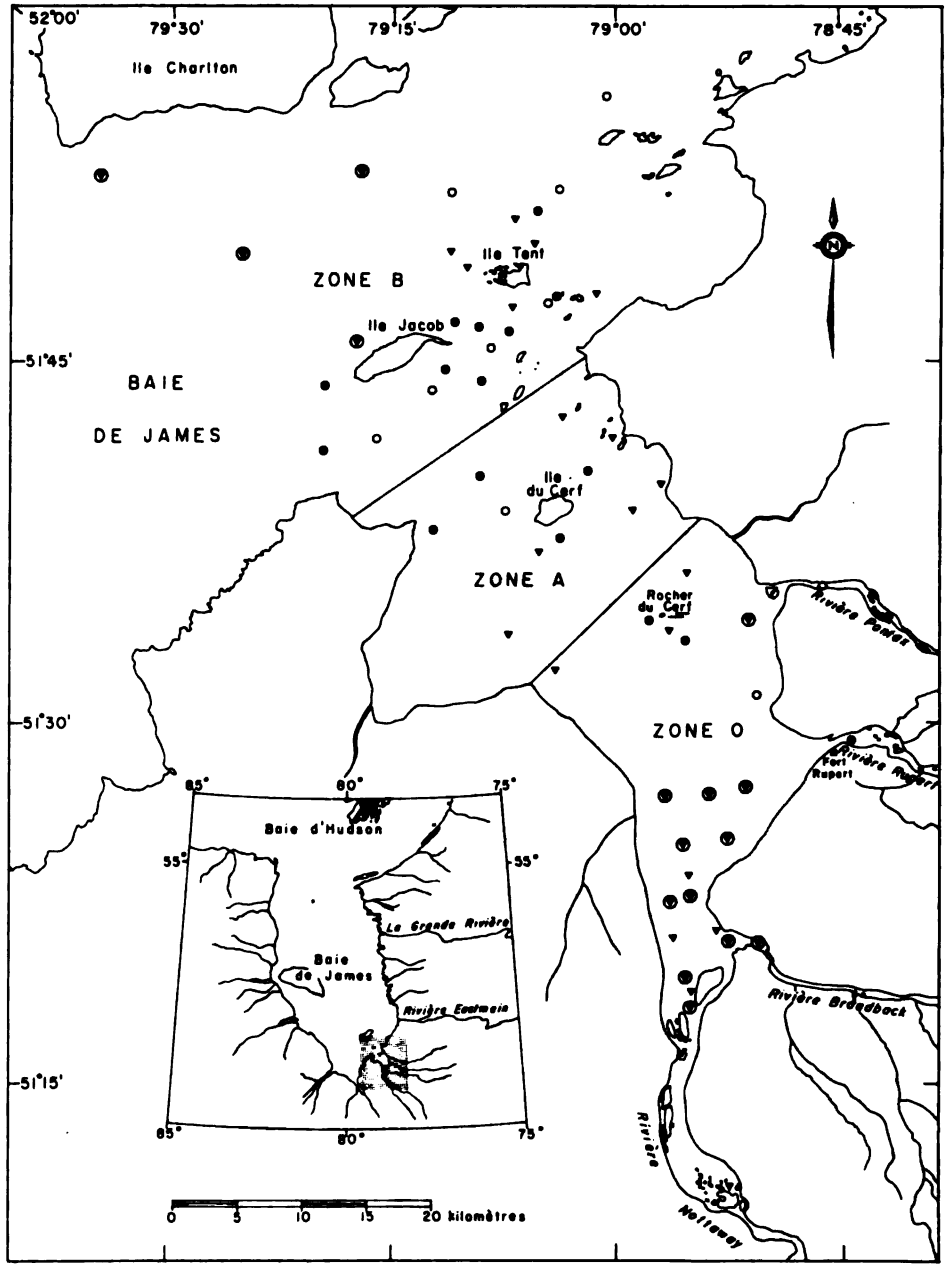


Figure 1. Carte de la baie de Rupert, illustrant la position des stations d'échantillonnage Stations fixes de 13 heures ●. Stations ponctuelles: variables physiques, chimiques et biochimiques C phytoplancton et hydrographie ▼, complètes ▼.

la rive est de la Baie. Le débit moyen combiné de ces rivières est 2550 m³/s, celui de la Nottaway étant nettement prépondérant, puisqu'il compte pour 45%.

L'embouchure de la baie de Rupe est parsemée de nombreuses îles, dor les plus importantes sont l'île du Cer dans la partie centrale, ainsi que les île Jacob et Tent, à la limite — mal dé

finie — des baies de James et de Rupert. La profondeur de la Baie, à marée basse, est presque partout de 3 à 5 m; trois chenaux parallèles plus profonds, pouvant atteindre 15 m de fond, sillonnent par ailleurs la moitié de la Baie en aval du Rocher du Cerf. Les marées dans la baie de Rupert sont fortes par rapport à la profondeur d'eau moyenne. Près de l'île du Cerf, l'amplitude de la composante semi-diurne est de 2m, alors que les marées de vive-eau peuvent atteindre 3 m.

La baie de James fut tout d'abord explorée en 1610 par Henry Hudson, à bord du DISCOVERY, lors de son quatrième et dernier voyage qui donna lieu à un hivernage dans les glaces de la baie de Rupert (Powys, 1927). Les travaux d'océanographie dans la baie de James sont toutefois de date récente et Barber *et al.* (1972) attribuent ce manque d'intérêt aux résultats négatifs de l'expédition de 1930 (Hachey, 1931) sur le potentiel des pêches de la baie d'Hudson. Toujours selon ces auteurs, dans leur synthèse des connaissances sur l'hydrographie et l'océanographie physique de la baie de James, les travaux du CALANUS en 1959 et du THETA en 1961 ont constitué les seuls efforts notables de recherche océanographique jusqu'en 1972. Depuis cette date, des études plus systématiques furent entreprises, en relation avec l'aménagement hydro-électrique du territoire de la Baie James (Anonyme, 1976). L'océanographie biologique fut encore moins favorisée que l'océanographie physique et, si la croisière du CALANUS de 1959 avait fourni des observations sur les phosphates à cinq stations de la baie de James (Grainger, 1960), il faut attendre 1976 pour retrouver une publication (Grainger et McSween, 1976) rapportant des valeurs d'éléments nutritifs pour la Baie. Des dénombrements de phytoplancton furent réalisés par Foy et Hsiao (1976), *sur quelques échantillons* de phytoplancton de la baie de James ainsi que de l'estuaire des rivières Eastmain et La Grande, qui ont été récoltés à la fin de l'été 1974.

La présente étude sur la dynamique estivale du phytoplancton de la baie de Rupert constitue donc, pour cette région, le premier travail intégré d'océanographie estuarienne qui permette de déterminer les caractéristiques particulières du mélange des eaux du Bouclier canadien à celles de la baie de James, grâce à l'analyse des interrelations au sein d'un complexe de variables physiques, chimiques et biologiques. La baie de Rupert étant le plus grand estuaire de la baie de James, son étude permet de mettre à jour des processus qui intéressent l'ensemble de la baie de James de même que la plupart des rivières qui s'y jettent.

Matériel et méthodes

ÉCHANTILLONNAGE

Les prélèvements ont été réalisés entre le 9 juillet et le 18 août 1976, recourant à des moyens diversifiés. Les secteurs peu profonds de la Baie furent échantillonnés en canots de 7 m, munis de moteurs hors-bord et conduits par des guides autochtones, alors que le travail en eaux plus profondes fut effectué à bord du M/V TECHNO-RICHELIEU, petit navire de 14 m équipé d'un laboratoire. L'échantillonnage a permis de couvrir toute la Baie, selon un plan de travail qui devait tenir compte de la disponibilité des embarcations et surtout des conditions météorologiques, de telle sorte que les stations furent visitées de façon plus ou moins aléatoire.

L'échantillonnage visait à cerner les principales caractéristiques de la dynamique du phytoplancton estuarien de Rupert: profilage vertical de la température et de la salinité (dans les eaux

peu profondes, à partir des canots, mesure de la température et de la salinité en surface seulement); mesure de la transparence de l'eau par transmissiométrie; congélation d'échantillons d'eau non filtrée, prélevée au moyen de bouteilles Niskin à 3 niveaux (surface, intermédiaire et fond), pour la détermination en laboratoire des éléments nutritifs au moyen d'un autoanalyseur Technicon (SiO_3, NO_3, PO_4); congélation de matériel particulaire recueilli sur filtres pour évaluation ultérieure de la masse des suspensoïdes (sur Millipore 0,8 μm prépesés), de la chlorophylle *a* et de ses phéopigments (sur Whatman GF/C: méthode fluorimétrique) et des nombres de cellules phytoplanctoniques (sur Millipore 3,0 μm). Les analyses chimiques furent réalisées selon Strickland et Parsons (1972). Les concentrations d'ATP particulaire furent mesurées en laboratoire par la méthode enzymatique de Holm-Hansen et Booth (1966), au moyen d'un ATP-photomètre, à partir d'une solution congelée extraite sur le terrain (tampon TRIS bouillant) d'un échantillon de phytoplancton frais recueilli sur filtre.

Le dénombrement spécifique du phytoplancton recueilli sur filtres s'est avéré presque impossible, par suite de l'importante charge sédimentaire des eaux de la baie de Rupert, les filtres étant généralement recouverts d'une épaisse couche de sédiments, dans lesquels sont enfouies les cellules. Des échantillons prélevés au filet (soie no 25: vide de maille de 64 μm) et préservés dans du formol 4% ont alors servi à déterminer la composition des grandes formes phytoplanctoniques. Un sous-échantillon prélevé à la pipette fut utilisé pour l'analyse spécifique du phytoplancton. L'identification au microscope des 100 premières cellules rencontrées s'est avérée suffisante pour fournir la liste floristique des prélèvements de la baie de Rupert et déterminer la proportion des taxons présents.

TRAITEMENT NUMÉRIQUE

Le schéma du traitement numérique vise (a) à établir les interrelations entre les variables et dégager la structure générale des données, de même (b) qu'à interpréter cette structure à l'aide de variables externes, en termes de dynamique estuarienne.

(1) Les relations entre les variables physiques, chimiques et biochimiques n'étant pas nécessairement linéaires et leur distribution conjointe n'étant pas nécessairement multinormale, les interrelations entre ces variables sont déterminées au moyen de corrélations non-paramétriques (τ de Kendall, 1948). Les données manquantes ont fait l'objet d'omissions par paires et le nombre de degrés de liberté varie selon le nombre des données manquantes. La valeur du coefficient τ permet de déterminer si la corrélation est significativement différente de zéro: dans le cas d'une corrélation significative, le signe du coefficient indique si la relation entre les variables est directe ou inverse.

(2) Une analyse en composantes principales (Hotelling, 1933) est ensuite effectuée à partir de la matrice des corrélations entre les taxons phytoplanctoniques, calculées sur les proportions de chacun des taxons dans chacun des échantillons. Comme il faut éviter d'analyser en composantes principales des matrices de données comportant trop de valeurs nulles (Ibanez, 1972), seuls les taxons présents dans plus de 25% des échantillons sont retenus pour l'analyse. Ce traitement permet de remplacer les *axes d'observation* (taxons), qui sont dépendants les uns des autres et contribuent chacun de façon sensiblement égale à la variance, par des *axes principaux*, qui sont indépendants les uns des autres et expliquent chacun — de

façon décroissante — un maximum de variance. Le plan que structurent les deux premiers axes principaux est un espace *réduit*, puisqu'il permet de résumer la plus grande partie de la variance des taxons dans seulement deux dimensions. Les prélèvements sont alors positionnés dans le plan principal.

(3) L'ordination des prélèvements par rapport à chacun des axes principaux, qualifiée de *composantes principales*, est alors interprétée en termes des variables hydrographiques échantillonnées simultanément au phytoplancton, à l'aide de corrélations non-paramétriques (τ de Kendall). Il est alors possible de relier l'ordination du phytoplancton à la dynamique du milieu, indépendamment de toute hypothèse de linéarité ou de normalité.

L'influence de la marée est étudiée au moyen d'une variable calculée, qui représente l'état de marée: sa valeur est maximale (1) à marée haute et minimale (0) à marée basse. Cette variable est calculée à partir des *Tables des marées et des courants* (Canada, 1976).

(1) Pour toutes les stations situées autour et au nord du Rocher du Cerf, les heures de marée haute et de marée basse sont calculées d'après les Tables, par rapport à l'île du Cerf: une correction de + 30 minutes est apportée pour le Rocher du Cerf et de −30 minutes pour l'île Jacob. Au sud du Rocher du Cerf, les prédictions ne sont plus valables et aucune valeur d'état de marée n'y est calculée, à l'exception de la station de Fort-Rupert où fut mesurée l'amplitude de la marée.

(2) L'intervalle de temps entre les hautes mers et les basses mers est ramené à une échelle unitaire, sur laquelle sont positionnés les prélèvements: cette valeur est m (0 à marée haute et 1 à marée basse). L'état de marée est alors décrit par $\frac{1}{2}(1 + \cos m\pi)$, les angles étant exprimés en radians.

Résultats

VARIABLES PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOCHIMIQUES

Les variables physiques, chimiques et biochimiques de la baie de Rupert furent échantillonnées à 26 stations ponctuelles et à 16 stations fixes de 13 heures (prélèvements horaires pendant un cycle semi-diurne de marée). L'examen préliminaire de ces caractéristiques permet de reconnaître trois zones distinctes (fig. 1): la zone O est celle des eaux douces et riches en silicates, située au fond de la Baie; la zone A est caractérisée par l'intrusion des eaux de la baie de James et par une turbidité très éle-

TABLEAU I

Variables physiques, chimiques et biochimiques, échantillonnées dans la baie de Rupert: moyenne (écart type) des observations réalisées en juillet et août 1976.

Variables	*Zone O*		*Zone A*		*Zone B*	
Temp. (°C)	15,9	(0,9)	13,8	(2,3)	10,2	(1,2)
Salinité (‰)	0,00	(0,00)	6,17	(4,31)	12,11	(2,62)
% transmission	59	(7)	57	(8)	62	(9)
Suspens. (g/m³)	42,6	(25,3)	70,9	(38,4)	28,2	(15,5)
SiO_3 (mat-g/m³)	34,5	(16,2)	19,2	(8,1)	19,0	(6,7)
NO_3 (mat-g/m³	1,5	(1,4)	1,2	(1,4)	2,1	(2,0)
PO_4 (mat-g/m³)	< 0,2		< 0,2		< 0,2	
Chl. *a* (mg/m³)	6,81	(4,01)	1,25	(0,44)	1,21	(0,50)
Phéopigm. (%)	29	(10)	39	(8)	36	(10)
ATP (mg/m³)	0,08	(0,08)	0,04	(0,06)	0,04	(0,04)
Chl. a : ATP	*79,7*	(69,9)	46,7	(43,2)	50,4	(83,5)

vée; la zone B est située à l'embouchure de la baie de Rupert et elle présente des salinités plus élevées. Le tableau I résume les principales caractéristiques de ces trois zones, en juillet et août 1976. Plusieurs variables n'ayant pas été échantillonnées à toutes les stations, dont notamment la chlorophylle *a*, les valeurs sont calculées sur un maximum de 95 prélèvements dans la zone O, de 145 dans la zone A et de 339 dans la zone B.

Les températures et salinités délimitent assez bien les trois zones déjà identifiées: les eaux douces et relativement chaudes (15,9°C) de la zone O, au confluent des quatre rivières qui se jettent dans la baie de Rupert, se mêlent, dans la zone A du mélange estuarien, aux eaux plus froides et salées de la baie de James (zone B: 10,2°C et 12,11‰). La zone A possède évidemment des températures et salinités moyennes (13,8°C et 6,17‰) qui sont intermédiaires entre celles des eaux continentales et celles des eaux jamesiennes, mais elle est surtout caractérisée par une variabilité plus élevée, liée au balancement de l'intrusion des eaux de la baie de James en fonction de la marée.

La matière en suspension est maximale dans la zone A et la transmission de la lumière y est minimale. Les concentrations de silicates dissous diminuent en sortant de la baie de Rupert alors que celles de phosphates sont toujours, en moyenne, très faibles. Les sels minéraux azotés présentent des concentrations moyennes plutôt basses.

Les pigments photosynthétiques sont remarquablement abondants au fond de la baie de Rupert et le faible pourcentage de phéopigments suggère que les populations photosynthétiques sont en bon état physiologique. De même, les concentrations d'ATP particulaire semblent indiquer de plus fortes quantités de particules vivantes dans les eaux douces. Quant au rapport chlorophylle: ATP, il est nettement plus faible dans les zones A et B que dans la zone O.

L'examen des interrelations entre les variables physiques, chimiques et biochimiques de la baie de Rupert permet de dégager les grands traits de leur dynamique. Les corrélations non-paramétriques (τ) de Kendall, calculées pour les trois zones, sont consignées aux tableaux II à IV.

TABLEAU II

Corrélations (τ de Kendall) entre les variables physiques, chimiques et biochimiques, échantillonnées dans la zone O de la baie de Rupert au cours de l'été 1976.

Long.	*Date*	*Marée*	*Prof.*	*Temp.*	*Sal.*	*Trans.*	*Susp.*	*SiO_3*	*NO_3*	*PO_4*	*Chl.a*	*Phéo.*	*ATP*	
,69**	,84**	,04	,27**	−,55**	—	−,35**	,37**	,01	−,49**	,29**	−,12	,00	−,03	Lat.
	,80**	,04	,20**	−,46**	—	−,35**	,46**	,09	−,42**	,41**	−,12	,00	−,03	Long.
		,05	,31**	−,57**	—	−,30**	,43**	,13	−,44**	,35**	−,15	,04	−,03	Date
			−,01	−,20**	—	−,13	,14*	−,50**	−,33**	,40**	−,74**	,63**	−,61**	Marée
				−,16*	—	−,07	,26**	,08	−,14	,02	—	—	−,04	Prof.
					—	,13	−,19**	,18**	,32**	−,42**	,29*	−,12	,22**	Temp.
						—	—	—	—	—	—	—	—	Sal.
							−,71**	−,03	,25**	−,23**	,19	−,35*	,40**	Trans.
								,06	−,28**	,25**	−,26*	,26*	−,40**	Susp.
									,19*	−,38*	,61**	−,62**	,44**	SiO_3
										−,20*	,49**	−,35*	,39**	NO_3
											−,49**	,47**	−,41**	PO_4
												−,60**	,61**	Chl.a
													−,53**	Phéo.

*0,01 < $p \leq$ 0,05
** $p \leq$ 0,01

ns la zone O (tableau II), l'évolu- de plusieurs variables est liée à la ion des stations (latitude et longi- qui augmentent toutes les deux en nt de la Baie). La température, le centage de transmission de la lu- ı et les nitrates diminuent en s'éloi- t du fond de la Baie, alors que la e des suspensoïdes et les phospha- ugmentent. Ceci pourrait aussi être ffet de la date des prélèvements, ıue les stations les plus éloignées ı côte, inaccessibles en canots, ıt échantillonnées à une date plus ve. L'état de la marée, indépendant sa part de la station et de la date ɔrélèvements, influence la plupart variables échantillonnées: les ensoïdes, les phosphates et le centage de phéopigments sont plus es à marée haute, alors que la tem- ıure, les silicates et nitrates, la chlo- ylle et l'ATP sont maximums à ma- asse. La figure 2 illustre l'évolution ɔigments végétaux, en fonction de arée, à une station de la zone O du Rocher du Cerf: la courbe de chlorophylle est plus élevée à mer basse, alors que le pourcentage de phéopigments augmente à mer haute.

La plupart des variables de la zone O ne varient pas en fonction de leur profondeur de prélèvement. Par ailleurs, l'examen de l'ensemble des corrélations dégage un patron très cohérent: plus les eaux de cette zone sont chaudes, plus elles sont limpides (et donc moins chargées de sédiments), riches en silicates et nitrates, pauvres en phosphates, plus les concentrations de chlorophylle et d'ATP y sont élevées, alors que le pourcentage de phéopigments y est plus faible.

Plusieurs variables de la zone A (tableau III) subissent une évolution saisonnière: comme dans la zone O, la température, la transmission de la lumière et les nitrates diminuent avec l'avancement de la saison, alors que la salinité (nulle dans la zone O) et les silicates augmentent. Au contraire de la zone O, les suspensoïdes et l'ATP diminuent avec le temps. De même que

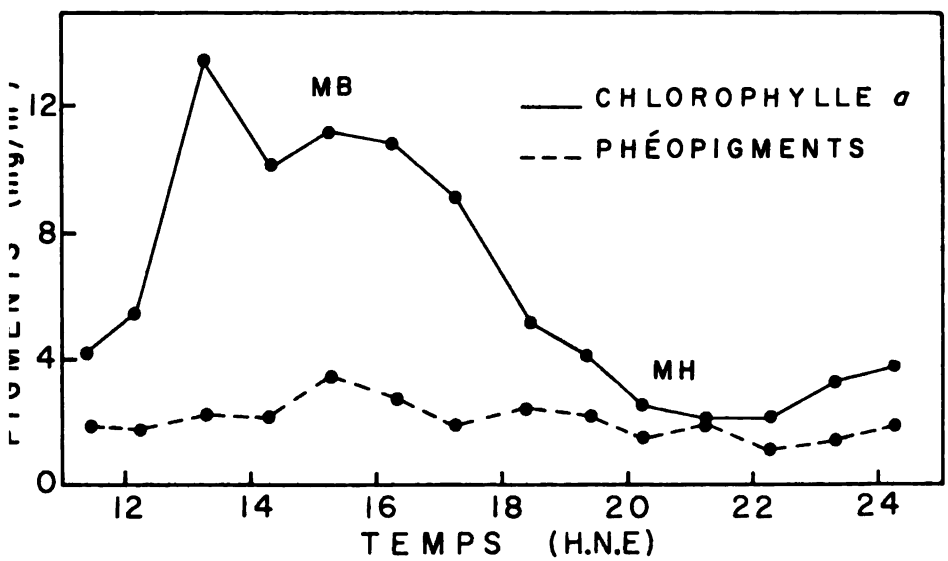


Figure 2. Évolution de la chlorophylle et des phéopigments au cours d'un cycle de marée: sta- l'ouest du Rocher du Cerf dans la zone O (fig. 1), le 17 août 1976. MB: marée basse; MH: marée

TABLEAU III

Corrélations (τ de Kendall) entre les variables physiques, chimiques et biochimiques, échantillonnées dans la zone A de la baie de Rupert au cours de l'été 1976.

Long.	*Date*	*Marée*	*Prof.*	*Temp.*	*Sal.*	*Trans.*	*Susp.*	*SiO_3*	*NO_3*	*PO_4*	*Chl.a*	*Phéo.*	*ATP*	
−,59**	,52**	,11*	−,04	−,23**	,29**	,18*	−,01	,14*	−,48**	,01	−,22	−,10	−,33**	Lat.
	−,12*	−,04	−,01	−,11	−,05	−,17*	,00	,13*	,38**	,14*	−,22	−,10	,33**	Long.
		,03	−,05	−,37**	,40**	−,37**	−,16**	,36**	−,38**	,03	,01	,01	−,18**	Date
			−,02	−,55**	,53**	,16**	−,30**	,07	−,19**	,15*	−,34*	,03	,12*	Marée
				−,03	−,01	,08	,19**	,03	−,01	,01	—	—	−,06	Prof.
					−,75**	−,04	,33**	−,30**	,23**	−,25**	,32	,09	−,06	Temp.
						,00	−,30**	,24**	−,27**	,20**	−,29	−,11	−,04	Sal.
							,00	−,11	,02	,09	−,23	−,12	,00	Trans.
								,00	,09	−,17**	,55**	,07	−,16**	Susp.
									−,02	,03	,43*	−,52**	,00	SiO_3
										−,01	,20	−,19	,11	NO_3
											,00	−,27	,01	PO_4
												−,34*	−,17	Chl.a
													,11	Phéo.

*0,01 < p ≤ 0,05
** p ≤ 0,01

TABLEAU IV

Corrélations (τ de Kendall) entre les variables physiques, chimiques et biochimiques échantillonnées dans la zone B de la baie de Rupert au cours de l'été 1976.

Long.	*Date*	*Marée*	*Prof.*	*Temp.*	*Sal.*	*Trans.*	*Susp.*	*SiO_3*	*NO_3*	*PO_4*	*Chl.a*	*Phéo.*	*ATP*	
−,60**	−,03	,02	,06	−,25**	,32**	,03	−,15**	−,11**	,01	,08*	−,23*	−,37**	−,21**	Lat.
	,04	−,02	−,09*	,02	−,13**	,02	−,06	,16**	,14**	,01	,15	,39**	,38**	Long.
		−,02	−,28**	−,02	,15**	,31**	−,10*	,25**	−,26**	−,10*	,37**	,03	−,05	Date
			,04	−,26**	,27**	,00	−,24**	,04	,05	,16**	−,20*	,05	,11*	Marée
				−,26**	,25**	,10*	,11**	−,11**	,09*	,04	—	—	−,12*	Prof.
					−,73**	−,10**	,24**	,01	−,08*	−,20**	,01	−,31*	,05	Temp.
						,22**	−,31**	,04	,01	,21**	,03	−,05	−,07	Sal.
							−,33**	,25**	−,12**	,07	−,38**	,53**	,02	Trans.
								−,06	−,04	−,21**	,31**	,27**	−,10*	Susp.
									,05	,01	,07	,22	,21**	SiO_3
										,10*	−,18	,03	,06	NO_3
											,02	−,30*	,07	PO_4
												−,36**	,12	Chl.a
													,37**	Phéo.

* 0,01 < p ≤ 0,05
** p ≤ 0,01

pour la zone O, les dates de prélèvements ne sont pas indépendantes de la position des stations, mais aucun patron géographique cohérent ne se dégage des corrélations. Presque toutes les variables *sont liées* à l'état de marée: la *salinité, la transmission* de la lumière, les phosphates et l'ATP sont maximums à marée haute, tandis que la température, les suspensoïdes, les nitrates et la chlorophylle sont plus abondants à marée basse.

Comme dans la zone O, les variables de la zone A ne sont pas distribuées en

ɔn de la profondeur. Il n'y a que e cohérence entre les variables ıues, chimiques et biochimiques. ; la température et la salinité, en ɔn inverse, sont associées à la t des autres caractéristiques physi- ɪt chimiques, alors que ce sont les nsoïdes et les silicates qui sont és avec des variables biochimi-

zone B, située à l'embouchure de ; de Rupert, présente une dynami- rès différente des deux autres (tableau IV). Les variables bio- ıues, pigments végétaux et ATP, outes réparties selon un gradient ssant du sud-ouest vers le nord- ırpendiculaire à l'axe de la baie de t. L'évolution saisonnière, indé- nte ici de la position des stations, arquée par une augmentation de nité, de la transparence de l'eau, licates et de la chlorophylle, alors iminuent les suspensoïdes et les s. L'influence de la marée semble u moins importante que dans la A, bien qu'elle s'exerce de façon fait similaire sur les propriétés ıux zones.

ıtrairement aux deux autres zones, ɔart des variables de la zone B ont istribution verticale bien caracté- Un réseau d'interrelations associe iables physiques de la zone B aux éristiques chimiques et biochimi-

PLANCTON

13 juillet au 18 août 1976, 217 ıtillons de phytoplancton furent és à 39 stations ponctuelles et à ıtions fixes de 13 heures (prélè- ıts horaires). Par suite de la charge ɔntaire élevée des eaux de la baie pert, les récoltes durent être ef- es au moyen de filets. Les prises ıles (fig. 1), du fond à la surface, ırmis *d'évaluer les proportions* de 49 taxons, identifiés au genre ou à l'espèce (tableau V). Il faut toutefois interpréter avec prudence ces données, puisque les filets sous-échantillonnent les petites formes.

La répartition spatiale des taxons, selon les trois zones décrites ci-dessus, présente une décroissance très nette de la richesse taxonomique, du fond de la baie de Rupert vers la baie de James (tableau V). Le nombre de taxons reconnus au niveau générique ou spécifique est de 45 dans la zone O, 41 dans la zone A et 32 dans la zone B: ce gradient aurait été encore plus marqué si toutes les Desmidiées avaient été identifiées à l'espèce. La plus grande partie du phytoplancton de la zone A est constituée de taxons qui sont plus fréquents dans les deux autres zones, les quelques taxons plus fréquents dans la zone A rendant compte de moins de 25% de la composition du phytoplancton de cette zone.

Une analyse en composantes principales, menée sur la matrice de corrélation des 16 taxons présents dans plus de 25% des prélèvements (tableau V), rend compte de quelques 40% de la variance totale de l'échantillonnage dans le plan que forment les deux premiers axes principaux. L'ordination des 217 observations est représentée dans le plan réduit (fig. 3), sous la forme d'enveloppes qui résument leur dispersion. Cette ordination permet de visualiser et de préciser la structure du phytoplancton de la baie de Rupert. Le premier axe principal ordonne bien les groupes de stations suivant un gradient des eaux douces aux eaux salées, alors que le second axe intéresse essentiellement les stations aux embouchures des rivières.

L'ordination est interprétée en fonction des caractéristiques physiques des stations, telles qu'observées près de la surface et près du fond (tableau VI).

TABLEAU V

Phytoplancton de la baie de Rupert à l'été 1976: taxons reconnus, pourcentage des échantillons où le taxon est présent (%) et proportion moyenne de la composition des échantillons (P). Les taxons marqués d'un astérisque (*) sont présents dans plus de 25% des 217 échantillons.

TAXONS	ZONE O		ZONE A		ZONE B	
	%	P	%	P	%	P
CHRYSOPHYTA: Bacillariophyceae						
Centrales						
Biddulphia aurita (Lyngb.) Breb.	—	—	4	+	1	+
* *Chaetoceros* spp.	6	+	92	45	100	55
Coscinodiscus spp.	4	+	23	+	4	+
* *Cyclotella* spp.	88	12	83	5	36	1
* *Melosira* spp.	98	12	79	6	70	2
* *Rhizosolenia* spp.	44	2	38	+	53	+
* *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve	4	+	52	2	95	17
Skeletonema subsalsum (A.Cl.) Bethge	—	—	—	—	1	+
Pennales						
Amphora spp.	8	+	13	+	4	+
Asterionella formosa Hass.	28	+	6	+	5	+
* *Asterionella* spp.	72	3	50	+	20	+
* *Cocconeis* spp.	66	4	60	2	27	1
Cymbella spp.	2	+	2	+	—	—
* *Diatoma* spp.	66	3	25	+	14	+
Diploneis spp.	18	+	10	+	3	+
* *Fragilaria* spp.	70	4	50	+	26	+
Gomphonema spp.	10	+	2	+	—	—
Gyrosigma spp.	10	+	27	+	13	+
* *Navicula* spp.	52	2	60	2	21	+
Nitzschia acicularis W. Smith	4	+	4	+	3	+
Nitzschia closterium (Ehr.) W. Smith	4	+	—	—	—	—
* *Nitzschia sigmoedia* (Ehr.) W. Smith	82	7	81	6	71	2
Pinnularia spp.	31	+	31	+	3	+
* *Surirella* spp.	90	21	73	4	18	+
* *Synedra* spp.	96	11	100	12	92	6
* *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz.	94	11	73	3	49	+
CHRYSOPHYTA: Chrysophyceae						
Synura spp.	4	+	—	—	—	—
CHLOROPHYTA						
Ankistrodesmus spp.	16	+	6	+	—	—
Bulbochaete spp.	4	+	—	—	—	—
Cladophora spp.	22	+	—	—	—	—
Cosmarium spp.	2	+	2	+	—	—
Coelastrum spp.	8	+	15	+	5	+
Euastrum spp.	—	—	2	+	—	—
* *Halosphaera viridis* Schmitz	26	+	63	2	50	2
Micrasterias rotata (Grev.) Ralfs	—	—	—	—	1	+
Pandorina spp.	6	+	4	+	—	—
Pediastrum duplex	34	+	35	+	15	+
Pleurotaenium spp.	2	+	4	+	1	+
Scenedesmus spp.	6	+	2	+	—	—
Spirogyra spp.	28	+	6	+	1	+
Staurastrum spp.	31	+	23	+	4	+
Ulothrix spp.	16	+	2	+	1	+
Zygnema spp.	8	+	2	+	—	—
Desmidiaceae non identifiées	22	+	6	+	4	+

TABLEAU V (suite)

TAXONS	ZONE O		ZONE A		ZONE B	
	%	P	%	P	%	P
CYANOPHYTA						
Agmenellum spp.	12	+	2	+	—	—
Anabaena spp.	8	+	2	+	—	—
Gomphosphaeria spp.	4	+	—	—	—	—
Oscillatoria spp.	4	+	2	+	—	—
Spirulina spp.	4	+	4	+	1	+
PYRROPHYTA						
Ceratium spp.	2	+	—	—	—	—
PROTOZOA						
* Tintinnida	14	+	63	5	68	8

+ Proportion moyenne inférieure à 1%

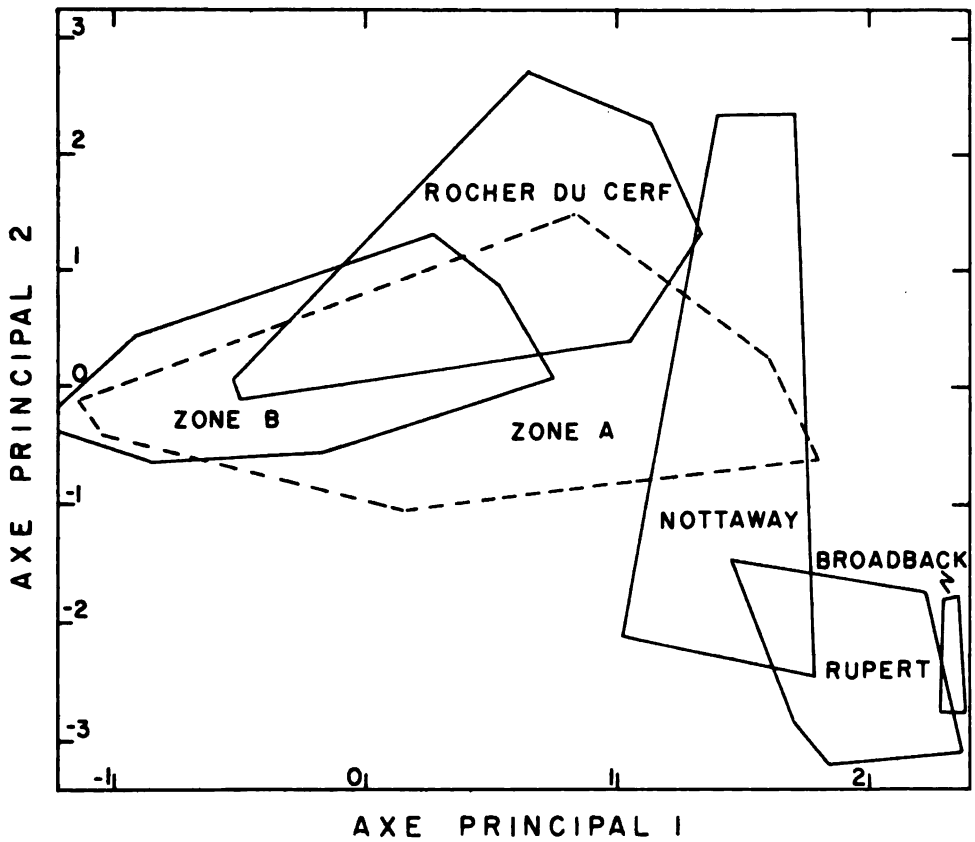


Figure 3. Ordination des échantillons de phytoplancton, prélevés dans la baie de Rupert au cours de l'été 1976. Enveloppes de la dispersion des 217 prélèvements dans le plan des deux premiers axes principaux, *selon la position* géographique des stations.

La première composante représente un facteur hydrographique général, orienté selon l'axe de la Baie et soumis à la propagation de la marée. La seconde composante est indépendante de la marée et semble répondre positivement à l'évolution saisonnière. Cette corrélation est indépendante de la position des stations, puisque le calcul d'une corrélation partielle, permettant d'éliminer l'effet de la latitude, laisse à peu près inchangée la corrélation entre la seconde composante et la date d'échantillonnage ($\tau = 0.16$).

Discussion

Les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de la baie de Rupert permettent de définir trois zones, qui peuvent être interprétées en termes de dynamique estuarienne. La zone O, au confluent de quatre rivières dont elle constitue l'embouchure commune, est le tronçon aval du système fluvial, soumis à l'action des marées: cette zone correspond par conséquent à l'estuaire fluvial et elle ne présente aucune stratification. La zone A, aux propriétés physiques intermédiaires très variables, non stratifiée, est le site d'un mélange estuarien très poussé, entre les eaux douces continentales et celles de la baie de James: l'intensité de ce mélange résulte de la propagation de fortes marées dans les eaux peu profondes de la baie de Rupert et elle se traduit par une homogénéisation de la colonne d'eau. Les propriétés de ces deux zones sont, dans l'ensemble, contrôlées par la marée. La zone B constitue, pour sa part, l'estuaire maritime proprement dit, avec évacuation en surface des eaux de mélange et pénétration en profondeur d'eau jamesienne. Cette zone est évidemment bien stratifiée et ses propriétés ont donc une structure verticale définie.

L'estuaire fluvial de la baie de Rupert possède, en été, de nombreuses caractéristiques continentales, telles une température relativement élevée, ainsi que des concentrations plutôt importantes de silicates dissous et très faibles de sels phosphorés: Magnin (1977) rapporte des valeurs de l'ordre de 100 mat-g SiO_3-Si/m³ pour les rivières du territoire de la Baie James, alors que les teneurs en phosphates sont presque toujours

TABLEAU VI

Corrélations (τ de Kendall) entre les variables hydrographiques échantillonnées dans la baie de Rupert et les deux premières composantes principales (C_1 et C_2) de la composition du phytoplancton de l'été 1976. Les observations de surface ont été réalisées à 1 m ou, plus généralement, à 3 m.

Lat.	*Long.*	*Date*	*Temp*$_S$	*Temp*$_F$	*Sal*$_S$	*Sal*$_F$	*Trans*$_S$	*Trans*$_F$	*Marée*	C_1	C_2	
.40**	.30**	−.25**	−.38**	−.53**	.36**	.52**	.23**	.19**	.10*	−.39**	−.08*	Prof. station
	.23**	−.25**	−.58**	−.59**	.60**	.58**	.19**	.18**	.00	−.47**	−.12**	Latitude
		−.07	−.38**	−.43**	.33**	.39**	.14**	.14**	.00	−.28**	−.08	Longitude
			.11**	.23**	−.12**	−.19**	−.09*	−.06	−.03	.01	.18**	Date échant.
				.77**	−.80**	−.72**	−.21**	−.18**	−.21**	.48**	.13**	Temp. Surface
					−.70**	−.87**	−.29**	−.22**	−.15**	.49**	.14**	Temp. Fond
						.77**	.25**	.20**	.23**	−.53**	−.14**	Sal. Surface
							.32**	.24**	.18**	−.54**	−.17**	Sal. Fond
								.73**	.01	−.24**	−.19**	% Trans. Surf.
									.04	−.17**	−.18**	% Trans. Fond
										−.12**	−.01	Marée

* $0.01 < p < 0.05$
** $p < 0.01$

:tables. Par ailleurs, il semble que
vreté en azote des eaux du Bou-
ınadien soit un phénomène géné-
ıgnin, 1977). C'est dans le secteur
de la Baie qu'on retrouve les plus
biomasses photosynthétiques, un
pourcentage de pigments dégra-
ıéopigments) suggérant la bonne
ion physiologique des cellules.
ıissance du phytoplancton appa-
s sévèrement limitée par les con-
.tions réduites de phosphates,
ɔ l'indiquent les rapports chloro-
ATP très élevés, dont Perry (1976)
i le caractère diagnostique d'une
on par les phosphates. Les fortes
ıtrations de suspensoïdes pour-
aussi contribuer à limiter la bio-
photosynthétique, une corréla-
égative ($\tau = -0{,}26^*$) se manifes-
ıtre les deux variables. Cette cor-
n ne provient pas de ce que cha-
e ces deux variables fluctue selon
'ée, puisque l'élimination de ce
r change très peu leur corréla-
= −0,23).

ɔénétration des eaux du secteur
la faveur de la marée montante,
luit par une atténuation des ca-
ɜtiques continentales au profit de
de la zone de mélange: augmen-
de la turbidité, des phosphates et
rcentage de phéopigments, qu'ac-
gne une baisse de la température,
icates, des nitrates, de la chlo-
e et de l'ATP. Il en résulte aussi
ructuration des propriétés selon
e la Baie, du fond vers la zone de
ɟe. Le nombre de taxons phyto-
ɔniques, dans les eaux douces de
de Rupert, est relativement im-
t.

ynamique de la zone du mélange
en est interprétable en termes
nodèle simple, où le comporte-
de la plupart des variables pro-
es apports alternatifs de l'amont
aval, *générés par le balancement* des marées. L'influence des eaux douces du fond de la Baie, maximale à marée basse, est progressivement remplacée par celle des eaux plus marines de la baie de James au cours du flot, l'évolution inverse se produisant au jusant. Tel est le cas de la température, de la salinité, de la limpidité de l'eau, des phosphates et des pigments végétaux. La turbidité de la zone de mélange est très élevée, par suite du maintien en suspension des particules fines charriées par les rivières: ce milieu semble peu favorable au phytoplancton, dont la biomasse photosynthétique chute et dont les phéopigments atteignent un maximum. La plupart des taxons phytoplanctoniques semblent entraînés de l'amont ou de l'aval et la baisse d'ATP à marée basse provient vraisemblablement de ce que les particules photosynthétiques dulcicoles, drainées vers la zone de mélange au cours du jusant, ne supportent pas le choc physiologique lié à la salinité. Des concentrations de silicates, nitrates et phosphates, observées à l'embouchure des rivières Eastmain et La Grande (fig. 1) en septembre 1974 (Grainger et McSween, 1976), sont du même ordre que celles de la baie de Rupert.

Le patron des eaux de surface de l'estuaire maritime semble dominé par l'évacuation, au jusant, des eaux de la baie de Rupert, qui sont alors déviées vers le nord-est par la force de Coriolis. La pauvreté biologique du secteur nord-est, qui se traduit par un gradient de toutes les propriétés biochimiques, perpendiculaire à l'axe de la baie de Rupert, correspond donc à l'apparition dans ce secteur, au jusant, de caractéristiques de la zone de mélange. Comme dans le secteur amont de la Baie, les rapports chlorophylle: ATP sont diagnostiques d'une limitation par les phosphates. Dans la baie de James, les valeurs de phosphates rapportées par Grainger (1960) et Grainger et McSween (1976)

sont en général assez faibles. Ces données sont reprises ici sous forme d'un tableau de contingence (tableau VII), où les concentrations de phosphates sont réparties en fonction de la salinité. Les probabilités sont calculées en divisant chacune des valeurs du tableau par le total de sa ligne. Dans l'hypothèse où les phosphates seraient distribués indépendamment de la salinité, les quatre premières lignes du tableau, correspondant chacune à une classe de salinité, auraient toutes leurs probabilités (conditionnelles) égales aux probabilités (inconditionnelles) de la dernière ligne, où n'est pas considéré l'effet de la salinité. Il faut donc examiner la position des probabilités conditionnelles qui sont plus élevées que la probabilité inconditionnelle correspondante, en vue de mettre à jour la relation entre les deux variables: dans la baie de James, les concentrations de phosphates sont une fonction directe de la salinité, ce qu'indiquent aussi les corrélations de la baie de Rupert. On pourrait en conclure que les teneurs en phosphates résultent du simple mélange conservatif d'eaux continentales très pauvres avec des eaux salées beaucoup plus riches: dans la plupart des cas, ces eaux à caractère marin présentent des valeurs tout à fait normales, par exemple 1,35 mat-g PO_4-P/m^3, pour une salinité de 29,74‰ à 55 m de profondeur. Le déplacement vers les faibles concentrations de phosphates, aux salinités inférieures à 20‰, incite toutefois à ne pas écarter la possibilité de pertes de phosphates par floculation des acides humiques, qui peut se produire à des salinités de 0 à 15-20‰ (Sholkovitz, 1976). La limitation du phytoplancton par les phosphates pourrait donc affecter plusieurs secteurs de la baie de James et l'examen du patron géographique de la salinité serait révélateur à cet égard.

TABLEAU VII

Relations entre la salinité (‰) et la concentration de phosphates (mat-g PO_4-P/m^3) dans la baie de James, d'après les valeurs publiées par Grainger (1960), Grainger et McSween (1976). Tableau de contingence et *probabilités conditionnelles* des phosphates pour les différentes classes de salinité. Les probabilités conditionnelles qui dépassent la probabilité inconditionnelle correspondante sont en caractères gras.

PO_4-P / *Sal.*	*< 0,2*	*0,2-0,3*	*0,3-0,4*	*0,4-0,5*	*> 0,5*
< 5	12 **0,80**	2 *0,13*	0 *0,00*	0 *0,00*	1 *0,07*
5-15	5 **0,33**	6 **0,40**	1 *0,07*	3 *0,20*	0 *0,00*
15-20	6 *0,24*	4 *0,16*	8 **0,32**	4 *0,16*	3 *0,12*
> 20	0 *0,00*	4 *0,13*	8 **0,27**	9 **0,30**	9 **0,30**
Total	23 *0,27*	16 *0,19*	17 *0,20*	16 *0,19*	13 0,15

Le phytoplancton récolté dans l'estuaire maritime de la baie de Rupert est peu diversifié et deux taxons d'eau salée, *Chaetoceros* spp. et *Skeletonema costatum*, rendent compte en moyenne de 72% de sa composition. Ces données ne sont évidemment pas représentatives de la totalité du phytoplancton, par suite de la méthode d'échantillonnage qui dut être utilisée. Les dénombrements de Foy et Hsiao (1976), sur des échantillons estuariens des rivières Eastmain et La Grande (fig. 1), permettent de mieux interpréter les observations de la baie de Rupert. On note une augmentation marquée du nombre de cellules à l'embouchure de ces deux rivières, qui semble correspondre aux fortes valeurs de chlorophylle observées dans l'estuaire fluvial de Rupert. Comme la chlorophylle à la baie de Rupert, les nombres de cellules diminuent ensuite en s'éloignant de la côte. La flore planctonique, dans le tronçon aval des rivières East-

t La Grande, est surtout consti-
ɜ Chrysophycées, de Chlorophy-
Cyanophytes et de phytoflagel-
sont ces mêmes groupes, aux-
riennent s'ajouter des Diatomées
es, que l'on retrouve en concen-
ɜ très élevées à l'embouchure des
ɜ. De même, dans l'estuaire fluvial
baie de Rupert, les proportions
atomées pennales, à caractère
que, sont particulièrement impor-
(tableau V). La turbulence et l'ac-
ɜs courants de marée peuvent être
ɜsables de l'augmentation des
ɜ benthiques, tandis que des fac-
ɜhysiques liés à la chute des vites-
ɜ courant (stabilité accrue, turbi-
ɜduite) ainsi que des caractéristi-
ɜchimiques de nature estuarienne
ts de phosphates) favoriseraient
veloppement local des formes
douce transportées par les ri-
Cette biomasse élevée de taxons
oles est progressivement diluée,
ɜnant le large, dans les eaux de la
ɜe James et remplacée par des
ɜ d'eau salée, en nombres plus
ɜ.

dynamique estuarienne entraîne
une organisation du phytoplanc-
ɜon un gradient côte-large. L'ana-
ɜn composantes principales con-
ce rôle premier de la structure
ɜraphique estuarienne, en faisant
ressortir l'importance de l'évolu-
ɜaisonnière, notamment aux em-
ures des rivières. L'évolution sai-
ɜre estivale d'un estuaire jamesien
ɜsentiellement marquée par une
ɜion progressive des débits d'eau
, qui sont maximums lors de la
ɜrintannière, à la fonte des glaces;
ɜtion estivale de paramètres tels la
rature ou la salinité, dans la baie
pert, reflète le remplacement sai-
ɜr des eaux douces par les eaux
, en tant que facteur dominant.
ɜnisation du phytoplancton répond
ɜent à *ce patron saisonnier.*

Conclusions

De façon générale, les propriétés physiques et chimiques, ainsi que le phytoplancton de la baie de Rupert obéissent à une organisation estuarienne caractérisée par un estuaire fluvial, une zone de mélange et un estuaire maritime. Ce patron est dominé, à court terme, par le balancement des marées qui régit les échanges entre les trois zones estuariennes alors que, à moyen terme, c'est l'évolution saisonnière du débit des rivières qui joue un rôle prépondérant. Les agents du contrôle hydrographique sur le développement phytoplanctonique apparaissent être, outre le transport des cellules par les courants ou les changements de salinité, la charge des eaux en suspensoïdes ainsi que la disponibilité des phosphates. Les données existantes pour d'autres rivières permettent de croire que cette dynamique estivale du phytoplancton serait semblable dans plusieurs estuaires de la baie de James.

Remerciements

Cette étude a été menée dans le cadre d'un contrat de recherches, financé par la Société d'Énergie de la Baie James et réalisé par le Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (Mandat SEBJ/NBR-E-3). Nous désirons remercier MM. François Auger, Yvon Chagnon, Jean Painchaud et François Tremblay, qui ont réalisé l'échantillonnage sous la direction du Dr Jean Boulva et de M. Jean-Claude Deguise, ainsi que tous ceux qui ont participé à l'analyse en laboratoire des échantillons. Nous sommes redevables à Mad. Lise Roy de la préparation des figures.

Références

ANONYME, 1976. Environnement — Baie James — Symposium 1976: Compte rendu. — Société de développement de la Baie James, Montréal, 883 p.

BARBER, F. G., G. GODIN and T. S. MURTY, 1972. James Bay. — Manuscript Rep. Series, Dep. Environment Canada, No. 24, 193 p.

CANADA, 1976. Table des marées et courants du Canada. Vol. 4. L'Arctique et la baie d'Hudson. — Environnement Canada, Service des pêches et des sciences de la mer, Ottawa, 59 p.

FOY, M. G. and S.I.C. HSIAO, 1976. Phytoplankton data from James Bay, 1974. — Fisheries and Marine Service technical Rep., Environment Canada, No. 631, 73 p.

GRAINGER, E. H., 1960. Some physical oceanographic features of southeast Hudson Bay and James Bay. — Manuscript Rep. Series (Oceanographic and Limnological), Fish. Res. Bd Canada, No. 71, 41 p.

GRAINGER, E. H. and S. McSWEEN, 1976. Marine zooplankton and some physical-chemical features of James Bay related to La Grande hydro-electric development. — Fisheries and Marine Service technical Rep., Environment Canada, N° 650, 94 p.

HACHEY, H.B., 1931. Biological and oceanographic conditions in Hudson Bay Fisheries Expedition in 1930. A. Open water investigations with the S.S. Loubyrne. — Contr. Can. Biol. Fish., N.S., 6(23): 465-471.

HOLM-HANSEN, O. and C. BOOTH, 1966. The measurement of adenosine triphosphate in the ocean and its ecological significance. — Limnol. Oceanogr., 11: 510-519.

HOTELLING, H., 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. — J. aduc. Psychol., 24: 417-441, 498-520.

IBANEZ, F., 1972. Interprétation de données écologiques par l'analyse des composantes principales: écologie planctonique de la Mer du Nord. — J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 34: 323-340.

KENDALL, M. G., 1948. Rank correlation methods. — Charles Griffin & Co., London, 160 p.

MAGNIN, E., 1977. Écologie des eaux douces du territoire de la Baie James. — Société d'énergie de la Baie James, Montréal, 454 p.

PERRY, M.J., 1976. Phosphate utilization by an oceanic Diatom in phosphorus-limited chemostat culture and in the oligotrophic waters of the Central North Pacific. — Limnol. Oceanogr., 21: 88-107.

POWYS, L., 1927. Henry Hudson. — John Lane The Bodley Head Ltd., London, 213 p.

SHOLKOVITZ, E. R., 1976. Flocculation of dissolved organic and inorganic matter during the mixing of river water and seawater. — Geochim. Cosmochim. Acta, 40: 831-845.

STRICKLAND, J.D.H. and T. R. PARSONS, 1972. A practical handbook of seawater analysis, 2nd. ad. — Bull. Fish. Res. Bd Can., No. 167 310 p.

Naturaliste can., 105: 259-263 (1978).

TABLE INTERPRÉTATIVE DE LA MESURE DU PH DES SOLS DU QUÉBEC PAR QUATRE MÉTHODES DIFFÉRENTES

M. P. CESCAS

Département des sols, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, G1K 7P4

Résumé

Une table interprétative de la mesure du pH, faite par quatre méthodes différentes, sur 325 échantillon de sols représentatifs de 40 séries (échantillons de surface, du sous-sol et des horizons) importantes du Québec est établie à partir des équations de regression:

$$pH\text{-}CaCl_2 = -0.2606 + 0.9725\ pH\text{-eau } 1$$
$$pH\text{-}KCl = -0.5871 + 0.9537\ pH\text{-eau } 1$$
$$pH\text{-eau } 2 = 0.2697 + 0.9939\ pH\text{-eau, } 1, \text{ où:}$$

pH-eau 1 représente la mesure du pH en milieu aqueux sur un échantillon de sol passant au tamis Tyler no. 9, en utilisant 1 partie en poids de sol pour 1 partie d'eau, la lecture étant faite après une heure de contact sol-solution; pH-eau 2 représente la mesure du pH en milieu aqueux sur un échantillon de sol pour 1 partie d'eau, la lecture étant faite après une heure de contact sol-solution; et pH-$CaCl_2$ représente la mesure du pH en milieu salin (0.01*M* $CaCl_2$), sur un échantillon passant au tamis Tyler no. 9, en utilisant 1 partie en poids de sol et 2 parties de solution, la lecture étant faite après une heure de contact sol-solution; et pH-KCl représente la mesure du pH dans KCl 1N sur un échantillon passant au tamis Tyler no. 9, en utilisant 1 partie en poids de sol et 1 partie en solution, la lecture étant faite après une heure de contact sol-solution.

Abstract

An interpretative table for pH measurements made by four different methods, on 325 samples representing 40 important soil series in Québec (using top-soil, sub-soil and horizon samples) has been established from the following regression equations:

$$pH\text{-}CaCl_2 = -0{,}2606 + 0{,}9725\ pH\text{-water } 1 \text{ and}$$
$$pH\text{-}KCl = -0{,}5871 + 0{,}9537\ pH\text{-water } 1$$
$$pH\text{-water } 2 = 0{,}2697 + 0{,}9939\ pH\text{-water } 1 \text{ where}$$

pH-water 1 represents a pH measurement made in an aqueous suspension using soil sample passing through a Tyler no. 9 mesh and 1 part of soil by weight to one part of water by volume, the measurement being made after 1 hr; pH-water 2 represents a pH measurement made in an aqueous suspension using a soil sample passing through a Tyler no. 100 mesh and 1 part of soil by weight to one part of water by volume, the measurement being made after 1 hr.; pH-$CaCl_2$ represents a soil sample passing through a Tyler no. 9 mesh and 1 part of soil by weight to 2 parts of solution by volume, the measurement being made after 1 hr.; and pH-KCl represents a pH measurement made in KCl 1N using a soil sample passing through a Tyler no. 9 mesh and 1 part of soil by weight to 1 part of solution by volume the measurement being made after 1 hr.

Introduction

Comme l'écrit Jackson (1958), « il est probable que la propriété chimique la plus importante d'un sol est, en ce qui concerne la *croissance des* végétaux, son pH ». La caractérisation d'un sol d'un point de vue purement pédogénétique ou agronomique commence donc toujours par la mesure du pH. Cependant la comparaison des résultats est souvent

rendue difficile par le fait que les méthodes utilisées varient d'un pays à l'autre, et à l'intérieur même de chaque pays d'un laboratoire à l'autre. Le Québec et le Canada n'ont pas échappé à cette observation. Dans le but de faciliter la comparaison des résultats obtenus par des méthodes différentes il nous ait apparu utile, de rechercher, pour les sols du Québec, s'il y avait des relations entre ces résultats. Seuls Ryti (1965), Collins *et al.* (1970), Davies (1971) et Schachtschabel (1971) ont abordé le problème de telles relations d'une façon systématique.

Matériel et méthodes

Quarante et une séries de sols représentant tout un spectre de grands groupes de sols du Québec ont été utilisées pour cette étude. Des échantillons de tous les horizons de ces séries, de même que des couches 0,20 cm et 20-40 cm ont été inclus, totalisant un nombre de 325. Le pH a été mesuré par quatre méthodes différentes comme suit:

MÉTHODE À L'EAU AVEC UN SOL PASSANT AU TAMIS TYLER NO. 9 (2MM)

10 g (pesée au $^1/_{100}$ g) de sol séché à l'air et passant au tamis Tyler no. 9 ont été pesés; 10 ml d'eau bidistillée ont été ajoutés. La suspension a été agitée par intermittance pendant 30 minutes. La lecture potentiométrique (à ± $^1/_{100}$ d'unité de pH) a été effectuée avec un système d'électrodes combinées, électrodes de verre-calomel, à l'aide d'un appareil Beckman Zeromatic II après une heure de contact sol-solution, dans la suspension que l'on venait juste d'agiter. Les résultats de cette mesure seront qualifiés «pH-eau 1» dans le texte et les tableaux.

MÉTHODE AU $CaCL_2$ 0,01M AVEC UN SOL PASSANT AU TAMIS TYLER NO. 9 (2mm)

10 g (pesée au $^1/_{100}$ g) de sol séché à *l'air et passant au tamis* Tyler no. 9 (2 mm) ont été pesés. 20 ml d'une solution de $CaCl_2$ 0.01 M ont été ajoutés. La lecture potentiométrique a été effectuée après la même séquence d'opérations décrites en 1. Ceci est une modification de la méthode décrite par Peech (1965). Les résultats de cette mesure seront qualifiés «pH-$CaCl_2$» dans et texte et les tableaux.

MÉTHODE AU KCl N AVEC UN SOL PASSANT AU TAMIS TYLER NO. 100 (0,149 mm)

La méthode a consisté à peser 5 g (pesée au $^1/_{100}$ g) de sol passant au tamis Tyler no. 100 (0,149 mm). On a ajouté 5 ml d'eau bidistillée et on a effectué la lecture potentiométrique comme décrite en 1. Les résultats de cette mesure seront qualifiés «pH-eau 2» dans le texte et les tableaux.

MÉTHODE AU KC1 N AVEC UN SOL PASSANT AU TAMIS TYLER NO. 10 (2 mm.)

La méthode a consisté à peser 10 g de sol (pesée au $^1/_{100}$ g). On a ajouté 10 ml de KCl N. La mesure potentiométrique a été effectuée comme décrite en 1. Les résultats de cette mesure ont été qualifiés du «pH-KCl» dans le texte et les tableaux.

Résultats et discussion

Les résultats des 325 mesures effectuées (dont 253 avaient été faites en double) pour chacune des méthodes choisies ne sont pas donnés individuellement pour ne pas embarrasser le texte. L'échantillonnage représente un spectre de valeurs de pH, de 3,2 à 8,3 pour pH-eau 1 couvrant huit des dix classes de l'échelle de réaction du Système de classification des sols canadien (1970).

Seules les classes très fortement alcalines et fortement alcalines ne sont pas représentées. 80,3% des échantillons sont acides (pH < 6,5), 11,1% neutres (6,5 ≤ pH ≤ 7,3) et 8,6% alcalins (pH > 7,3). Le tableau 1 représente la compa-

TABLEAU I

ıparaison de quatre méthodes de mesure par le test de Dunnett

Méthode	*Moyenne*	*Écart entre la méthode et le contrôle* +
mm; 1/1; 1 hr)	4,67	– 0,84**
(2 mm; 1/2; 1 hr)	5,10	– 0,41**
mm; 1/1; 1 hr)	5,51	—
.149 mm; 1/1; 1 hr)	5,75	0,2*

ır qu'il y ait une différence significative entre 'enne obtenue pour une méthode et la mé- contrôle (Eau; 2 mm; 1/1; 1 hr) il faut avoir rt de 0,204 unités de pH à 95% de confiance),251 à 99% de confiance.

raison des quatre méthodes de mesure du pH par le test de Dunnett (1955) en prenant la méthode à l'eau (2 mm; 1/1; 1 hr) comme référence. Il ressort que les mesures de pH faites par les quatre méthodes sont différentes à un niveau de confiance de 95%. L'ordre croissant des moyennes des mesures est pH-KCl < pH-$CaCl_2$ < pH-eau 1 < pH-eau 2. Même si les valeurs absolues des écarts moyens sont différentes les tendances observées par Ryti (1965), Peech (1965), Collins *et al.*, (1970), Davies (1971) et Schachtschabel (1971) sont du même ordre pour les valeurs de pH obtenues en milieu salin.

TABLEAU II

Table interprétative des mesures du pH des sols du Québec faites par quatre méthodes

ıse de ction	*Valeurs du pH* — *Méthodes*			
	Eau-I (2 mm; 1/1; 1 hre)	*$CaCl_2$ (2 mm; 1/2; 1 hre)*	*KCl (2 mm; 1/1; 1 hre)*	*EAU-2 (0,149 mm; 1/1; 1 hre)*
	3,0	2,66	2,27	3,25
	3,1	2,75	2,37	3,35
	3,2	2,85	2,46	3,45
	3,3	2,95	2,56	3,55
	3,4	3,05	2,66	3,65
	3,5	3,14	2,75	3,75
mement	3,6	3,24	2,85	3,85
cide	3,7	3,34	2,94	3,95
	3,8	3,44	3,04	4,05
	3,9	3,53	3,13	4,15
	4,0	3,63	3,23	4,25
	4,1	3,73	3,32	4,35
	4,2	3,82	3,42	4,44
	4,3	3,92	3,51	4,54
	4,4	4,02	3,61	4,84
	4,5	4,12	3,70	4,74
	4,6	4,21	3,80	4,84
	4,7	4,31	3,90	4,94
rès	4,8	4,41	3,99	5,04
ement	4,9	4,50	4,09	5,14
cide	5,0	4,60	4,18	5,24
	5,1	4,70	4,28	5,34
ement	5,2	4,80	4,37	5,44
cide	5,3	4,89	4,47	5,54
	5,4	4,99	4,56	5,64
	5,5	5,09	4,66	5,74

	Valeurs du pH			
	Méthodes			
Classe de réaction	Eau-I (2 mm; 1/1; 1 hre)	$CaCl_2$ (2 mm; 1/2; 1 hre)	KCl (2 mm; 1/1; 1 hre)	EAU-2 (0,149 mm; 1/1; 1 hre)
Moyennement acide	5,6	5,19	4,75	5,84
	5,7	5,28	4,85	5,94
	5,8	5,38	4,94	6,03
	5,9	5,48	5,04	6,13
	6,0	5,57	5,14	6,23
Faiblement acide	6,1	5,67	5,23	6,33
	6,2	5,77	5,33	6,43
	6,3	5,87	5,42	6,53
	6,4	5,96	5,52	6,63
	6,5	6,06	5,61	6,73
Neutre	6,6	6,16	5,71	6,83
	6,7	6,26	5,80	6,93
	6,8	6,35	5,90	7,03
	6,9	6,45	5,99	7,13
	7,0	6,55	6,09	7,23
	7,1	6,64	6,18	7,33
	7,2	6,74	6,28	7,43
	7,3	6,64	6,38	7,53
Faiblement alcalin	7,4	6,94	6,47	7,63
	7,5	7,03	6,57	7,72
	7,6	7,13	6,66	7,82
	7,7	7,23	6,76	7,92
	7,8	7,33	6,85	8,02
Moyennement alcalin	7,9	7,42	6,95	8,12
	8,0	7,52	7,04	8,22
	8,1	7,62	7,14	8,32
	8,2	7,71	7,23	8,42
	8,3	7,81	7,33	8,52
	8,4	7,91	7,42	8,62

L'écart moyen due à une finesse de mouture plus grande est aussi en accord avec les observations faites par Baver (1927), McGeorge (1935), Reed et Cummings (1945) et Peech (1965).

Le calcul des équations de regression linéaires ont permis de trouver les relations suivantes:

1. pH – $CaCl_2$ = – 0.2606 + 0.9725 pH-eau 1 (r = 0.988**)
2. pH – KCl = – 0.5871 + 0.9537 pH-eau 1 (r = 0.975**)
3. pH-eau 2 = – 0.2697 + 0.9939 pH-eau 1 (r = 0.986**)

Le tableau II représente la table interprétative de ces relations. Ce tableau ne peut remplacer les résultats obtenus directement au laboratoire. Il sera utile à ceux qui n'ont pas accès aux échantillons. Pour Collins *et al.*, (1970) il est possible de prédire avec une justesse suffisante le pH d'échantillons de sols, séchés à l'air, dans l'un ou l'autre des milieux (aqueux ou salin). Au contraire Ryti (1965), se basant principalement sur les écarts minima et maxima observés, ne recommande pas d'appliquer un facteur de correction aux valeurs obtenues dans $CaCl_2$ pour leur interprétation

agronomique. Les écarts observés dans nos travaux avaient une distribution normale assez étroite autour de la moyenne et les grands écarts représentaient une faible proportion de la population totale. Malgré tout il y a 95% des cas où les équations présentées permettraient d'obtenir une équivalence suffisamment juste.

Teräsvuori (1959) recommande simplement d'utiliser un facteur de correction de + 0,40 à + 0,45 unités de pH pour passer d'un système salin ($CaCl_2$) à un système aqueux.

À défaut d'utiliser la table, tout lecteur pourrait aussi utiliser l'écart moyen entre la méthode choisie et le contrôle i.e. – 0,84, – 0,41 et + 0,24 unités de pH pour les méthodes au KCl N, $CaCl_2$ 0,01 M, et à l'eau avec une finesse de mouture de 0,149 mm.

Remerciements

Ce travail a été effectué avec l'excellente aide technique de Mmes Olga Prochazka et Vera Veljanova. Ce projet a été partiellement financé par des octrois du CNR (subvention A-5719) et du CRAQ (subvention LA-69-333), organismes à qui nous offrons nos plus sincères remerciements.

Références

BAVER, L. D., 1927. Factors affecting the H^+ – ion concentration in soils. — Soil Sci., 23: 399-414.

Canada Department of Agriculture, 1970. The system of soil classification for Canada. 255 p.

COLLINS, J. B., E. P. WHITESIDE and C. E. CRESS, 1970. Seasonal variability of pH and lime requirements in several southern Michigan soils when measured in differend ways. — Soil Sci. Soc. amer. Proc., 34: 56-61.

DAVIES, B. E., 1971. A statistical comparison of pH values of some English soils after measurement in both water and 0,01M, calcium chloride. — Soil Sci. Soc. amer. Proc., 35: 551-552.

DUNNETT, C. W., 1955. A multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control. — J. Am statist. Ass., 50: 1096-1121.

JACKSON, M. L., 1958. Soil chemical analysis. 38-56 — Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 498 p.

McGEORGE, W. T., 1935. The measurement and significance of hydroxyl-ion concentration in alkaline calcareous soils. — Ariz. Agr. Exp. Stn Tech. Bull. n° 57.

PEECH, M., 1965. Hydrogen-ion activity p. 914-926. *In*: C. A. Black (ed.), Methods of Soil analysis, vol. 2. — Agr. SOLC. Amer. Madison, Wisconsin.

REED, J. F. and R. W. CUMMINGS, 1945. Soil reaction: glass electrode and colorimetric methods for determining pH values of soils. — Soil Sci., 59: 97-104.

RYTI, R., 1985. On the determination of soil pH. — Maataloust Aikak susk., 37: 51-60.

SCHACHTSCHABEL, P. von, 1971. Methodenvergleich zur pH-Bestimmung von Böden. — Z. Pflanz. und Bodenkunde 130 (1): 37-43.

TERÄSVUORI, A., 1959. Uber des Bestimess der Kationensoptionskapazität und das Basensättigunsgrades des Bodens. — Valt. maatalouskoet. Proct. Julk., 175: 1-80.

Naturaliste can., 105: 265-276 (1978).

CHIMIE DES RÉSIDUS DE L'ARSENIC APPLIQUÉ À DES VERGERS DU QUÉBEC[1]

L. LÉTOURNEAU

Collège d'enseignement général et professionnel de Lévis-Lauzon

et

M. P. CESCAS

Département des sols, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, G1K 7P4

Résumé

L'étude du devenir, dans les sols, de l'arsenic appliqué comme insecticide pendant de nombreuses années, à des vergers situés sur les séries Belle-Rivière, Oka et Dalhousie de la région d'Oka, a permis d'observer: 1) une accumulation maximum d'arsenic en surface d'environ 75 à 120 ppm avec une diminution rapide jusqu'à une concentration constante à 30 cm pour la série Belle-Rivière et à 22,5 cm pour les séries Oka et Dalhousie; 2) que l'arsenic était trois à quatre fois plus, en quantité absolue, lié au fer qu'à l'aluminium du sol et 3) à l'aide des indices de disponibilité usuels, Bray P_1, Bray P_2 et Olsen, que c'était la forme liée à l'aluminium qui était la plus disponible. L'examen des diagrammes de phases Eh vs pH superposés de l'arsenic, du fer et de l'aluminium permettent d'imaginer les formes de l'arsenic résiduel lié au fer et à l'aluminium.

Abstract

The study of the fate of residual arsenic applied for many years to orchard grown on the series Belle Rivière, Oka and Dalhousie from the Oka region has shown: 1) a maximum superficial accumulation of about 75 to 120 ppm As with a fast diminishing decrease down to 30 cm for the Belle Rivière soil and 22,5 cm for the Oka and Dalhousie soils; 2) that As was three to four times, in absolute values, more bound to iron than aluminium and 3) that the Al-bound form was the most correlated to the common availability indices (Bray P_1, Bray P_2 and Olsen). The superimposed stability Eh vs pH phase diagrams for As, Fe, and Al were used to predict the Al and Fe arsenical products in soils.

Introduction

Comme le témoignent les cours d'agriculture publiés par l'École supérieure d'agriculture de Sainte-Anne-de-la-Pocatière (1933) et par l'Institut agricole d'Oka (1937), certains produits arsenicaux ont déjà été utilisés pour la protection des vergers contre diverses sortes d'insectes.

De nombreux arrosages (huit à dix environ d'arséniate de plomb ou de chaux) étaient nécessaires au cours de la saison. Ces produits furent appliqués pendant à peu près vingt-cinq ans et ils furent remplacés par des produits organiques considérés comme étant plus appropriés et plus efficaces.

Il est intéressant de connaître les effets résiduels des produits appliqués du point de vue chimique par rapport au sol ou du point de vue nutritif par rapport aux plantes. Les vergers d'Oka, parmi les plus vieux de la province, per-

[1] Extrait de la *thèse de maîtrise* (Université Laval) de Mlle Louise Létourneau

mettent d'avoir le champ d'expérimentation désiré.

Dans cette étude, les résidus d'arsenic ont été dosés; la profondeur d'accumulation, la disponibilité et les formes résiduelles de l'arsenic ont particulièrement retenu l'attention.

Matériel et méthodes

Les profils utilisés ont été échantillonnés dans des vergers près du monastère des Pères Trappistes et de l'ancien Institut agricole d'Oka, à La Trappe, comté des Deux-Montagnes. Un profil de chacune des séries Belle-Rivière, Oka et Dalhousie a été prélevé par tranches de 2,5 cm jusqu'à une profondeur de 30 cm, puis deux tranches de 7,5 cm et une de 15 cm, et finalement une prise a été effecutée à une profondeur plus grande que 60 cm. Ces séries de sols ont été décrites par Lajoie (1960) et quelques caractéristiques chimiques, à trois profondeurs, sont présentées dans le tableau I.

On évalue, qu'à raison de huit à dix arrosages par saison, de 11 kg/h de $Pb_3(AsO_4)_2$ et 9 kg/h de $Ca(AsO_4)_2$ par arrosage, on a apporté aux sols l'équivalent de 1536 kg/h de plomb et 1040 kg/h d'arsenic au cours d'une période de vingt-cinq ans.

Pour toutes les analyses, les échantillons ont été broyés pour passer au tamis Standard no 100 (0.149 mm), sauf pour les mesures du pH et l'extraction des bases échangeables pour lesquelles les sols passaient au tamis Standard no 10 (2 mm). Toutes les analyses ont été faites en double et les résultats d'analyses chimiques représentent les moyennes par rapport au sol séché à 105° C pendant vingt-quatre heures. La méthode de Small et McCants (1961) a été utilisée pour tous les dosages de l'arsenic. Le phosphore assimilable a été dosé par les méthodes de Bray et Kurtz (1945) telles que modifiées par Laverty (1963). La quantité réelle de phosphore fut alors calculée en soustrayant la quantité d'arsenic dosée de la quantité de phosphore trouvée colorimétriquement car, selon Truog et Meyer (1929), l'arsenic présent dans les extraits est dosé en même temps que le phosphore. Nous noterons par la suite: P assimilable — Bray P1 ou P_1, P assimilable — Bray P_2 ou P_2, As-Bray P_1 ou As-P_1 et As-Bray P_2 ou As-P_2. Le phosphore fut aussi extrait au bicarbonate de sodium et dosé par la méthode de Olsen et Dean (1965). La quantité réelle de phosphore a été calculée comme précédemment. Nous noterons: P assimilable, Olsen ou P-Olsen et As-Olsen. Le fractionnement des phosphates inorganiques a été effectué selon la méthode de Chang et Jackson (1957) modifiée par Petersen et Corey (1966). La quantité de phosphore dosée fut corrigée par soustraction de l'arsenic présent dans les extraits. Le phosphore extrait par NH_4Cl 1*N*, NH_4F 0,5*N*, NaOH 0,1*N*, citrate-dithionite et H_2SO_4 0,5*N* sera noté: P soluble, Al-P, Fe-P, P-réduit et Ca-P. L'arsenic extrait par les mêmes solutions, en omettant citrate-dithionite, sera noté As-soluble Al-As, Fe-As et Ca-As (Woolson *et al.*, 1971b).

Les bases échangeables Ca, K et Mg ont été extraites à l'acétate d'ammonium normal et neutre suivant la méthode décrite par Atkinson *et al.* (1958) et dosées par spectrophotométrie d'absorption atomique pour Ca et Mg, et par émission dans la flamme pour K. Les oxydes et hydroxydes libres de fer et d'aluminium ont été extraits suivant la méthode de Mehra et Jackson (1960) et de McKeague et Day (1966) et dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique. Le pH fut mesuré pour l'eau, rapport 1:1 (p:v) et pour $CaCl_2$ 0,01 *M*, rapport 1:2 (p:v) avec un pH mètre à électrode de verre suivant la méthode décrite par Peech (1965) après une heure

TABLEAU I

Quelques caractéristiques chimiques à trois profondeurs des séries Belle-Rivière, Oka et Dalhousie

Caractéristiques	*Belle-Rivière*			*Oka*			*Dalhousie*		
	Profondeur (cm)			*Profondeur (cm)*			*Profondeur (cm)*		
	0-2,5	27,5-30	>60	0-2,5	27,5-30	>60	0-2,5	27,5-30	>60
pH (eau)	6,30	6,42	7,20	6,20	7,15	7,55	5,98	6,85	7,10
pH ($CaC1_2$)	6,20	6,25	6,7*	6,10	6,80	7,25	5,70	6,48	6,65
% M.O.	9,92	2,63	1,26	100,29	1,65	0,64	9,40	1,76	0,47
Ca éch. (ppm)	3193	1691	1412*	2719	1087	1885	4640	4795	3687
Mg éch. (ppm)	394	137	137*	421	133	271	556	598	632
K éch. (ppm)	388	148	89*	360	24	48	243	234	247
$Fe_{dith.}$ (ppm)	17151	18047	14336	16902	19699	13827	10235	9325	8355
$Al_{dith.}$ (ppm)	3086	2271	1660	2440	2007	1458	3615	2932	2458
$Fe_{ox.}$ (ppm)	6605	5073	3747	5947	7829	3494	6617	5093	4200
$Al_{ox.}$ (ppm)	3519	2867	1836	3329	3563	1407	7004	6688	4968

TABLEAU II

Contenus en arsenic total et assimilable et formes de l'arsenic pour les sols des séries Belle-Rivière, Oka et Dalhousie

Profondeur (cm)	Belle-Rivière						Oka						Dalhousie						
	As total (ppm)	As-P_1 (ppm)	As-P_2 (ppm)	As-Olsen (ppm)	Al-As (ppm)	Fe-As (ppm)	As total (ppm)	As-P_1 (ppm)	As-P_2 (ppm)	As-Olsen (ppm)	Al-As (ppm)	Fe-As (ppm)	As total (ppm)	As-P_1 (ppm)	As-P_2 (ppm)	As-Olsen (ppm)	Al-As (ppm)	Fe-As (ppm)	Ca-As (ppm)
0 – 2,5	90,6	5,4	26,9	4,6	7,9	32,3	95,3	10,0	38,4	9,7	10,2	28,3	75,6	6,6	25,8	4,5	18,5	55,5	9,3
2,5 – 5,0	103,7	3,3	34,6	8,6	4,3	25,5	113,8	9,3	44,4	3,7	8,8	30,0	65,3	2,8	14,2	4,0	12,6	55,2	7,2
5,0 – 7,5	85,8	3,3	30,8	4,9	8,6	23,9	103,0	6,9	39,7	4,4	9,3	25,8	43,5	1,4	8,1	3,2	7,3	37,7	0,0
7,5 – 10,0	83,1	2,6	17,1	1,3	7,7	34,6	123,9	7,7	26,5	7,0	11,0	26,3	33,2	0,0	5,6	2,1	6,3	24,4	0,0
10,0 – 12,5	82,3	2,0	15,2	3,6	5,5	21,3	78,3	4,4	20,5	5,4	8,5	36,5	33,2	0,0	4,6	2,2	3,8	10,1	0,0
12,5 – 15,0	58,7	3,0	19,1	3,3	4,3	23,0	53,5	0,6	10,5	1,2	2,8	11,9	18,2	0,0	0,9	2,6	4,4	10,5	0,0
15,0 – 17,5	61,1	3,0	10,7	1,4	4,6	24,8	27,5	0,2	5,8	0,8	2,3	5,7	19,5	0,0	1,3	1,2	1,9	8,0	0,0
17,5 – 20,0	42,4	0,7	6,9	0,8	3,2	18,9	12,3	0,0	2,0	0,5	0,5	3,1	12,6	0,0	1,0	0,7	1,2	7,6	0,0
20,0 – 22,5	35,4	0,0	4,9	0,7	1,6	12,7	5,5	0,0	0,3	0,3	0,7	3,7	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0
22,5 – 25,0	16,8	0,0	1,8	0,9	0,0	3,7	3,8	0,0	0,0	0,0	1,0	3,2	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
25,0 – 27,5	14,3	0,0	1,8	0,6	0,0	1,2	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
27,5 – 30,0	8,2	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30,0 – 37,5	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
37,5 – 45,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45,0 – 60,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>60	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

ilibre. La matière organique a été
par la méthode de Walkley et Black
) telle que décrite par Atkinson *et*
958).

Résultats et discussion

IBUTION DE L'ARSENIC TOTAL EN ONDEUR

rsenic a été ajouté à la surface
rofils étudiés. La distribution de
ent en profondeur n'est donc pas
ultat de la formation du sol par
nposition de la roche mère mais
le l'entraînement à partir de la sur-
La distribution dépend de la quan-
eau des précipitations qui a pu s'in-
, de la facilité avec laquelle le sol
passer les produits arsenicaux et
capacité à fixer ces derniers.

rtains chercheurs (Arnott et Leaf,
considèrent comme un facteur
ir la solubilité de l'arsenic ajouté.
l'étude présente, les trois profils
s ont subi les mêmes traitements,
nic ayant été ajouté sous forme
niate de plomb et de calcium.

contenus en arsenic total, arsenic
nible et formes d'arsenic pour les
des séries Belle-Rivière, Oka et
usie sont présentés dans le ta-
II. Les trois profils accusent une
nulation maximum d'arsenic en
e avec une diminution rapide
'à une concentration constante à
pour la série Belle-Rivière et 22,5
our les séries Oka et Dalhousie. En
sant sur les observations de Vino-
v (1959) selon lesquelles le con-
d'arsenic dans un profil est à peu
constant, on peut conclure que la
ution observée n'est pas due à
ccumulation naturelle particulière,
bien aux additions par arrosage.
ofondeur plus grande atteinte dans
ofil Belle-Rivière s'explique par la
e plus grossière de ce sol ainsi
ar sa situation géographique favo-
un meilleur drainage.

FORMES D'ARSENIC DANS LE SOL

L'arsenic, une fois dans le sol, n'est plus complètement sous forme d'arséniate ajouté, il y a ionisation au moins partielle en solution. Les arséniates ont donc été fractionnés pour essayer de déterminer la forme de l'arsenic du sol.

Considérant la similitude des éléments arsenic et phosphore, les arséniates et les phosphates peuvent être fractionnés de la même façon. Comme Woolson *et al.*, (1973) le pensent, l'identification des fractions ne peut être strictement correcte, mais la forme prédominante de l'extrait est celle désignée.

Il est à noter, (tableau II), exception faite du sol de la série Dalhousie, qu'une faible proportion seulement de l'arsenic total est extraite par les diverses étapes du fractionnement. L'arsenic qui a été extrait par réduction au dithionite n'a cependant pas été dosé. L'arsenic soluble n'a été détecté dans aucun des profils. En comparant chaque fraction à la quantité totale d'arsenic qui a été extraite par toutes les étapes du fractionnement, il est noté que l'arsenic lié au fer est trois à quatre fois plus abondant que l'arsenic lié à l'aluminium.

La fraction d'arsenic lié au calcium n'apparaît que dans les couches supérieures du sol de la série Dalhousie. Woolson *et al.*, (1971b) ont déjà noté que les formes Ca-As et Al-As ne prédominent que si la quantité de fer réactif est petite ou que l'aluminium ou le calcium est présent en grande quantité. Jacobs *et al.*, (1970) pensent que l'arsenic est préférentiellement adsorbé par les oxydes de fer et d'aluminium extraits à l'oxalate. Le cas du phosphore est semblable, en effet, tout le fer extrait au dithionite n'est pas actif pour la rétention du phosphore, le taux de corrélation est 0,77 alors que pour le fer extrait à l'oxalate, il est de 0,95 (Ramulu et al., 1967). La quantité de fer réactif est sem-

blable dans tous les sols étudiés. Les oxydes d'aluminium extraits à l'oxalate et le calcium échangeable sont présents en plus grande quantité dans le sol de la série Dalhousie. Toutefois, selon Keaton (1938), Keaton et Kardos (1940) et Wiklander et Fredrikson (1946), l'aluminium a une moins grande capacité d'adsorption que le fer pour l'arsenic. La présence de la fraction Ca-As dans la série Dalhousie est donc attribuée à l'augmentation de la quantité de calcium échangeable ou à la présence de carbonates libres. Généralement, la faible quantité de Ca-As peut être expliquée par la solubilité plus grande des arséniates de calcium ; le calcium se déplace vers les complexes d'échange alors que l'ion arséniate se dirige vers le fer et l'aluminium. Dans le cas du profil Dalhousie, la grande quantité de calcium déjà présente sur les complexes d'échange forcerait le calcium à garder l'arséniate. La fraction Ca-P en surface est aussi plus importante dans ce profil que dans les autres profils étudiés. La fraction calcique est la plus importante dans le cas du phosphore et elle augmente en profondeur en même temps que le pH (Létourneau, 1974).

Il y a des similitudes et des différences entre les systèmes du phosphore et de l'arsenic des profils étudiés. Dans les deux cas, la fraction calcique augmente si la quantité de calcium échangeable augmente. Toutefois, cette fraction prédomine pour le phosphore alors qu'elle est négligeable dans la plupart des cas pour l'arsenic. Le phosphore est à la fois lié au calcium, au fer et à l'aluminium. L'arsenic est surtout lié au fer, la fraction aluminium étant moins importante (Létourneau, 1974).

La forme du phosphore et de l'arsenic à l'équilibre diffère quelque peu. La tendance pour les produits du phosphore est de se joindre au fer. Pour l'arsenic, cette tendance diminue si les quantités de produits arsenicaux sont grandes (Woolson *et al.*, 1971 b, 1973).

Une conclusion semblable à celle de Boischot et Hébert (1948) s'impose: malgré leur parenté chimique, le comportement du phosphore et de l'arsenic dans les sols est légèrement différent à cause de la solubilité relativement grande des arséniates calciques.

DISPONIBILITÉ DE L'ARSENIC

Pour les études de toxicité, il est important de connaître la proportion d'arsenic qui peut être disponible pour les plantes. Considérant la parenté chimique des éléments phosphore et arsenic, les tests de disponibilité pour le phosphore sont utilisés pour l'arsenic. D'autres chercheurs ont déjà utilisé ces tests. Woolson *et al.*, (1971a) ont extrait l'arsenic avec une solution de bicarbonate de sodium selon la méthode d'Olsen et ses collaborateurs (1954). Jacobs *et al.*, (1970) ont extrait l'élément avec une solution Bray P_1 avec un temps d'extraction de cinq minutes.

Les quantités d'arsenic extrait par Bray P_1, Bray P_2 et Olsen sont données au tableau III.

Bray P_1

La distribution de l'arsenic extrait par Bray P_1 est assez irrégulière et diffère de celle de l'arsenic avec une solution de bicarbonate de sodium selon la méthode d'Olsen et ses collaborateurs (1954). Jacobs *et al.*, (1970) ont extrait l'élément avec une solution Bray P_1 avec un temps d'extraction de cinq minutes.

Les quantités d'arsenic extrait par Bray P_1, Bray P_2 et Olsen sont données au tableau III.

Bray P_1

La distribution de l'arsenic extrait par Bray P_1 est assez irrégulière et diffère de celle de l'arsenic total. Le coeffi-

TABLEAU III

Coefficients de corrélation simple entre les indices de disponibilité de l'arsenic et l'arsenic total pour trois sols de vergers du Québec

Indices de disponibilité	*r (As total)*		
	*Profil 1** *(n 16)*	*Profil 2** *(n 16)*	*Profil 3** *(n 16)*
As-P_1	0,933***	0,952***	0,830***
As-P_2	0,962***	0,965***	0,941***
As-Olsen	0,906***	0,917***	0,975***

Profil 1 = Belle-Rivière; Profil 2 = Oka; Profil 3 = Dalhousie
*** significatif à un seuil de probabilité de 0,001

cients de corrélation sont néanmoins élevés et significatifs (tableau III).

Bray P_2

La distribution de As-P_2 ressemble à celle de l'arsenic total. Les coefficients de corrélation sont légèrement plus élevés que ceux de As-P_1 (tableau III). Cependant, la différence entre les coefficients n'est pas significative et il est impossible de dire si As-P_2 est fonction de As total.

Pour chaque profil, la solution Bay P_2 n'extrait plus d'arsenic lorsque le niveau constant est atteint, soit 30 cm pour la série Belle-Rivière et 22,5 cm pour les deux autres séries.

Généralement, Bray P_2 extrait une proportion plus grande d'arsenic que de phosphore, sauf en profondeur. (Létourneau, 1974).

Olsen

La distribution de l'arsenic extrait par une solution de bicarbonate est assez irrégulière. En général, cette solution extrait un plus grand pourcentage d'arsenic que de phosphore en surface. (Létourneau, 1974). La quantité d'arsenic soluble dans le bicarbonate est plus faible *que la quantité soluble* dans Bray P_2. La solubilisation par les deux extractifs s'arrête cependant à la même profondeur dans les profils.

Les différences que comporte le sol de la série Belle-Rivière peuvent être dues aux quantités de phosphore beaucoup plus grandes. Les complexes d'adsorption ne peuvent pas tout fixer et une plus grande proportion de phosphore est disponible.

Donc, si de très grandes quantités de phosphore ne sont pas présentes, la fraction d'arsenic fixé est moins grande que celle de phosphore fixé. Ceci est en accord avec les conclusions de Bastisse (1967) selon lesquelles le phosphore est plus fixé que l'arsenic.

SOURCES DE L'ARSENIC DISPONIBLE

Il est intéressant de connaître les formes d'arsenic qui sont les plus disponibles. Les coefficients de corrélation simple entre l'arsenic extrait par l'une ou l'autre des méthodes et les différentes formes chimiques de l'arsenic ont été calculés (tableau IV).

Une régression étape par étape a été exécutée (tableau V). En un cas seulement, il y a eu un accroissement significatif de R^2 en ajoutant une deuxième variable qui est dans tous les cas sauf un, Fe-As.

TABLEAU IV

Coefficients de corrélation simple entre les indices de disponibilité et la forme chimique de l'arsenic pour trois sols de vergers du Québec

	Profil 1 (n=16)*		*Profil 2* (n=16)*		*Profil 3* (n=16)*		*3 profils (n=48)*	
	Al-As	*Fe-As*	*Al-As*	*Fe-As*	*Al-As*	*Fe-As*	*Al-As*	*Fe-As*
As-P_1	0,941**	0,935**	0,964**	0,926**	0,912**	0,852**	0,864**	0,800**
As-P_2	0,926**	0,917**	0,960**	0,939**	0,981**	0,943**	0,866**	0,835**
As-01.	0,807**	0,816**	0,957**	0,923**	0,953**	0,951**	0,863**	0,839**

* Profil 1 = Belle-Rivière; Profil 2 = Oka; Profil 3 = Dalhousie.
** significatif à un seuil de probabilité de 0,01

Il apparaît donc que Al-As est plus disponible que Fe-As. Une similitude de comportement du phosphore relativement aux formes disponibles et aux extractifs utilisés est observée.

En effet, les méthodes décrites par Bray et Kurtz (1945) ont donné d'excellentes corrélations entre la quantité de phosphore trouvée et la réponse des récoltes aux phosphates ajoutés. De plus, les phosphates extraits par ces méthodes seraient surtout des phosphates d'aluminium (Turner et Rice, 1952).

Les trois extractifs ont un même potentiel de mesure de l'indice de disponibilité car l'aluminium est plus déplacé que le fer. Il a déjà été noté que Al-As est plus toxique que Fe-As (Woolson *et al.*, 1971a). Les extractifs Bray P_1 et Bray P_2 seraient toutefois favorisés à cause du temps d'extraction plus court.

Il est toutefois impossible d'interpréter ces résultats et de conclure que l'arsenic soluble est fonction de l'arsenic total car les sols sont assez semblables et le nombre d'échantillons qui présentent une quantité d'arsenic soluble détectable est faible.

Pour conclure que l'arsenic soluble n'est pas fonction de la quantité totale de l'élément, Greaves (1913) a étudié plusieurs profils naturels et traités, *avant des niveaux très* différents d'arsenic. Certains avaient une grande quantité d'arsenic total dont une très faible proportion était soluble, d'autres avaient une grande proportion soluble; d'autres sols contenaient peu d'arsenic, mais une grande proportion était soluble.

Les quantités maximums de As-P_1 sont retrouvées à la surface même des profils. La profondeur à laquelle la solution extractive ne solubilise plus d'arsenic est 20 et 17,5 cm pour les profils Belle-Rivière et Oka respectivement. Bray P_1 n'extrait l'arsenic que jusqu'à 7,5 cm dans le sol Dalhousie. Il est possible que ce soit dû aux quantités plus faibles d'arsenic total dans le dernier profil, mais l'arsenic peut être mieux fixé par ce sol plus argileux que les autres.

La solution Bray P_1 extrait une plus grande proportion d'arsenic que de phosphore en surface, mais, en profondeur, la différence s'atténue pour ensuite s'inverser. (Létourneau, 1974).

Il est toutefois possible que les extractifs Bray P_1 et Bray P_2 soient beaucoup moins sélectifs pour les composés d'arsenic (Al-As) que pour les composés du phosphore (Al-P). En effet, l'ion fluorure déplace presque exclusivement les phosphates liés à l'aluminium, mais il se peut que F^- déplace beaucoup d'arséniates non liés à l'aluminium, en effet, Dean et Rubins (1947) ont observé que l'ion fluorure déplace plus d'arséniate que de phosphate.

TABLEAU V

Régression étape par étape entre les indices de disponibilité et les formes de l'arsenic

			R^2	ΔR^2	F
Profil 1[1] (n=16)	As-P_1	Al-As	0,8856		116,07**
		Al-As + Fe-As	0,8951	0,0095	1,27
	As-P_2	Al-As	0,8569		89,84**
		Al-As + Fe-As	0,8636	0,0067	0,69
	As-01.	Fe-As	0,6666		29,99**
		Fe-As + Ai-As	0,6707	0,0041	0,18
			R^2	ΔR^2	F
Profil 2[1] (n=16)	As-P_1	Al-As	0,9295		197,63**
		Al-As + Fe-As	0,9351	0,0057	1,22
	As-P_2	Al-As	0,9213		175,54**
		Al-As + Fe-As	—	—	—
	As-01.	Al-As	0,9160		163,62**
		Al-As + Fe-As	0,9196	0,0036	0,62
			R^2	ΔR^2	F
Profil 3[1] (n=16)	As-P_1	Al-As	0,8318		74,20**
		Al-As + Fe-As	0,8596	0,0277	2,77
	As-P_2	Al-As	0,9616		375,35**
		Al-As + Fe-As	0,9652	0,0036	1,46
	As-01.	Al-As	0,9082		148,40**
		Al-As + Fe-As	0,9175	0,0093	1,58
			R^2	ΔR^2	F
3 profils (n=48)	As-P_1	Al-As	0,7473		138,99**
		Al-As + Fe-As	0,7664	0,0191	3,75*
	As-P_2	Al-As	0,7492		140,42**
		Al-As + Fe-As	—	—	
	As-01.	Al-As	0,7443		136,78**
		Al-As + Fe-As	0.7446	0.0004	0.07

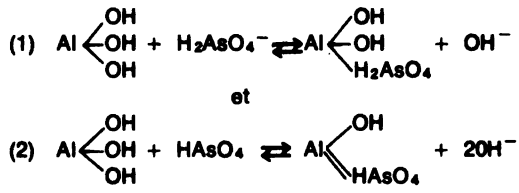
[1] Profil 1 = Belle-Rivière; Profil 2 = Oka; Profil 3 = Dalhousie.

STABILITÉ DES FORMES DE L'ARSENIC EN FONCTION DES COMPOSÉS DE FER ET D'ALUMINIUM, DU PH ET DU POTENTIEL REDOX DES SOLS

Baas Becking *et al.*, (1960) ont déjà étudié les limites de stabilité des sols en termes de pH et de potentiel d'oxydoréduction. En superposant à ces limites le diagramme de l'arsenic (Ferguson et Gavis, 1972), il est possible de voir les formes ioniques de l'arsenic qui sont stables dans la solution du sol. Les profils étudiés ont un pH variant de 5,90 à 7,55 et les espèces stables sont $H_2AsO_4^-$, $HAsO_4^=$ et H_3AsO_3. Si le soufre était présent en grande quantité, AsS_2^- serait aussi stable en milieu réduit.

Si en plus, les diagrammes de l'aluminium (Pourbaix *et al.*, 1963) et du fer (Garrels et Christ, 1965) sont superposés, il est possible d'étudier les réactions pouvant prendre place entre les formes de l'arsenic, l'aluminium et le fer.

Dans la région de pH des sols étudiés, l'aluminium est sous forme d'hydroxyde, $Al(OH)_3$). Les réactions pouvant prendre place sont donc:



Il y a remplacement des ions hydroxyles.

Le fer, pour sa part, est sous forme de Fe^{++} (aq) et de $Fe(OH)_3$. Pour l'hydroxyde, le remplacement des ions OH^- peut avoir lieu de façon similaire à l'hydroxyde d'aluminium. L'ion ferreux peut toutefois former directement un composé:

$$(3)\quad Fe^{++}\ (aq) + 2H_2AsO_4 \rightleftarrows Fe(H_2AsO_4)_2$$

D'après les équations (1) et (2), il est facile de prévoir qu'à grande concentration de OH^-, donc à pH élevé, le remplacement de l'ion hydroxyle sera moins favorisé.

Ces observations sont en accord avec les conclusions de Keaton et Kardos (1940) selon lesquelles l'aluminium fixe l'arsenic par adsorption seulement alors que le fer le fait par adsorption et par transformation chimique.

Ceci peut expliquer que l'arsenic lié à l'aluminium soit plus disponible que celui lié au fer. En effet, l'arsenic adsorbé doit être plus disponible que celui qui a formé un composé chimique stable.

Conclusion

On a pu montrer que l'arsenic résiduel des sols étudiés était principalement lié aux composés d'aluminium et de fer. Il reste donc maintenant à déterminer la nature exacte de ces composés, nature qui permettra de mieux expliquer le comportement de l'arsenic résiduel dans le sol.

Remerciements

Les auteurs remercient le Conseil national des recherches du Canada qui a octroyé une bourse d'études (L. Létourneau) et le Ministère de l'agriculture du Canada qui a subventionné en partie ce travail.

Références

ARNOTT, J. T. and A. L. LEAF, 1967. The determination and distribution of toxic levels of arsenic in a silt loam soil. — Weeds, 15: 121-124.

ATKINSON, H. J., G. R. GILES, A. J. MACLEAN and J. R. WRIGHT, 1958. Chemical Methods of Soil Analysis. — Canada Dep. Agric. Contr. No 169, 00 p.

BAAS BECKING, L.G.M., I. R. KAPLAN and D. MOORE, 1960. Limits of the natural environment in terms of pH and oxidation-reduction potentials. — J. Geol., 68: 243-284.

BASTISSE, E. M., 1967. Contribution à l'étude des équilibres entre les sols et les solutions de certains composés de l'arsenic et du phosphore. — Sci. Sol., 1: 5-17.

BOISCHOT, P. et J. HÉBERT, 1948. Fixation des arséniates par le sol. — Ann agron. 18 : 426-448.

BRAY, R. H. and L. T. KURTZ, 1945. The determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. — Soil Sci., 59 : 39-45.

CHANG, S. C. and M. L. JACKSON, 1957. Fractionation of soil phosphorus. — Soil Sci., 84 : 133-144.

DEAN, L. A. and E. J. RUBINS, 1947. Anion exchange in soils. I. Exchangeable phosphorus and the anion — exchange capacity. — Soil Sci., 63 : 377-387.

ÉCOLE SUPÉRIEURE D'AGRICULTURE DE SAINTE-ANNE-DE-LA-POCATIÈRE, 1933. Manuel d'Agriculture. Tome I, Les Champs. — Les ateliers de l'Action Catholique, Québec, 901 p.

FERGUSON, J. F. and J. GAVIS, 1972. A review of the arsenic cycle in natural waters. — Water Res. 6 : 1259-1274.

GARRELS, R. M. and C. L. CHRIST, 1965. Solutions, Minerals and Equilibra. — Harper and Row, New York, 254 p.

GREAVES, J. E. 1913. Arsenic in soils. — Biochem. Bull., 2 : 519-523, De C. A. 7, 4034.

INSTITUT AGRICOLE D'OKA, 1937. « Cours d'agriculture », Vol. I, Les productions végétales. — La Trappe, P.Q., 715 p.

JACOBS, L. W., J. K. SYERS and D. R. KEENEY, 1970. Arsenic sorption by soils. — Proc. Soil Sci. Soc. Am., 34 : 750-754.

KEATON, C. M., 1938. Oxidation — reduction potentials of arsenate — arsenite systems in sand and soil mediums. — Res. Stud. St. Coll. Wash., 6 : 99-101.

KEATON, C. M. and L. T. KARDOS, 1940. Oxidation — reduction potentials of arsenate — arsenite systems in sand and in soil mediums. — Soil Sci., 50 : 189-207.

LAJOIE, P. G., 1960. Les sols des comtés d'Argenteuil, Deux-Montagnes et Terrebonne (Québec). — Service des recherches, Ministère de l'agriculture du Canada, en collaboration avec le Ministère de l'agriculture de Québec et le Collège MacDonald, Université McGill, 148 p + cartes.

LAVERTY, J. C., 1963. The Illinois method for determining available phosphorus in soils. — Mimeo. Ag 1861. Dep. Agron. Univ. Illinois, 8 p.

LÉTOURNEAU, L., 1974. Chimie des résidus de l'arsenic appliqué à des vergers du Québec. — M. Sc. — Université Laval, 175 p.

McKEAGUE, J. A. and J. H. DAY, 1966. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. — Can. J. Soil Sci., 46 : 13-22.

MEHRA, O. P. and M. L. JACKSON, 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite — citrate system buffered with sodium bicarbonate. — 7th Nath. Conf. on Clays and Clay Minerals. 317-327.

OLSEN, S. R., C. V. COLE, F. S. WATANABE and L. A. DEAN, 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. — U.S. Dept. Agr. Circ. N° 939, 19 p.

OLSEN, S. R. and L. A. DEAN, 1965. 1965. Phosphorus, p. 1035-1049. *In* : C. A. Black (éd.), Methods of soil analysis, vol. 2, Agr. Soc. Amer. — Madison, Wisconsin.

PEECH, M., 1965, Hydrogen-ion activity, p. 914-926. *In* : C. A. Black (éd.), Methods of soil analysis, vol. 2. Agr. Soc. Amer. — Madison Wisconsin.

PETERSEN, G. W. and R. B. COREY, 1966. A modified Chang and Jackson procedure for routine fractionation of inorganic soil phosphates. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30 : 563-565.

POURBAIX, M., N. de ZOULOV et J. VAN MUYLDER., 1963. Atlas d'équilibres électrochimiques, Gauthier — Villars et Cie, Paris, 644 p.

RAMULU, J.S.S., P. F. PRATT and A. L. PAGÉ, 1967. Phosphorus fixation by soils in relation to extractable iron oxides and mineralogical composition. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31 : 193-196.

SMALL, H. G. and C. B. McCANTS, 1961. Determination of arsenic in flue-cured tobacco and in soils. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25 : 346-348.

TRUOG, E. and A. M. MEYER, 1929. Improvements in the Denigis colorimetric method for phosphorus and arsenic. — Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 1 : 136-139.

TURNER, R. C. and H. M. RICE, 1952. Role of the fluoride ion in release of phosphate adsorbed by aluminium and iron hydroxides. — Soil Sci. 74 : 141-148.

VINOGRADOV, A. P., 1959, The Geochemistry of Rare and Dispersed Chemical Elements in Soils. 2e ed. — Consultants Bureau Inc. N.Y., 209 p.

WALKLEY, A. and A. BLACK, 1934. An examination of the Degtjareff method for determining

soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. — Soil Sci. 37: 29-38.

WIKLANDER, L. and L. FREDRIKSON, 1946. The fixing of sodium arsenate and arsenite by soils and synthetic iron and aluminium oxides. — Acta Agr. Succana 1: 345-376.

WOOLSON, E. A., J. H. AXLEY and P. C. KEARNEY, 1971a. Correlation between available soil arsenic, estimated by six methods, and response of corn (*Zea mays* L.) — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 101-105.

WOOLSON, E. A., J. H. AXLEY and P. C. KEARNEY, 1971b. The chemistry and phytotoxicity of arsenic in soils. I. Contaminated field soils. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 938-943.

WOOLSON, E. A., J. H. AXLEY and P. C. KEARNEY, 1973. The chemistry and phytotoxicity of arsenic in soils. II. Effects of time and phosphorus. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 37: 254-259.

Naturaliste can., 105: 277-284 (1978).

LES ALGUES MARINES BENTHIQUES DES BAIES DE JAMES ET D'HUDSON: ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES ET NOUVELLES DONNÉES SUR LES PARTIES MÉRIDIONALES DE CES RÉGIONS[1]

M. BRETON-PROVENCHER et A. CARDINAL

Département de biologie, Université Laval, Québec, G1K 7P4

Résumé

À la suite de leurs observations dans le détroit de Manitounuk et sur la côte sud-est de la baie de James, les auteurs présentent une liste des algues marines benthiques rencontrées jusqu'à ce jour dans les baies de James et d'Hudson, et établissent le rapport R/P à 0,83. Ils constatent de faibles biomasses dans les régions visitées.

Abstract

The authors give an updated list of the marine benthic algae from James and Hudson Bays including their own observations in the Manitounuk Sound and on the southeastern coast of James Bay; they establish an R/P ratio of 0,83. They observed low biomasses in the areas they surveyed.

Introduction

Nous ne possédons encore aujourd'hui que très peu d'information sur les algues marines benthiques de la baie de James et de la baie d'Hudson. Seuls quelques travaux déjà anciens ont été réalisés (Setchell et Collins, 1908; Howe, 1927; Bell et MacFarlane, 1933, 1938; Gardner, 1947) et ne constituent généralement que de brèves listes floristiques peu détaillées portant sur l'ensemble du système de la baie d'Hudson.

Les contrats de recherche dans ces régions accordés au Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (GIROQ) par la Société d'énergie de la baie James et l'Hydro-Québec[2] nous ont permis de nous rendre sur les lieux en 1976 et 1977, et d'inventorier de façon plus rigoureuse les algues du littoral de ces régions. Bien que nos données demeurent fragmentaires et soient seulement d'ordre qualitatif, il nous est néanmoins possible de proposer une liste plus complète des algues de ces régions, et de tirer certaines conclusions quant aux zonations et à la distribution géographique de ce type de végétation. Ce travail tiendra donc compte, en plus de nos propres observations, des algues mentionnées dans les publications citées précédemment, et couvrira ainsi le territoire compris entre la baie de Rupert au sud, et le cap Wostenholme et l'Île de Southampton au nord (fig. 1).

Méthodes

En août 1976, 7 stations ont été visitées en baie de Rupert et 16 dans la baie de James; une récolte fut d'autre part réalisée en octobre 1977 à l'embouchure

[1] Contribution au programme du Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (GIROQ)

[2] Mandat SEBJ/*NBR — E — 3 et* Hydro-Québec/OBG — 76 — 1.

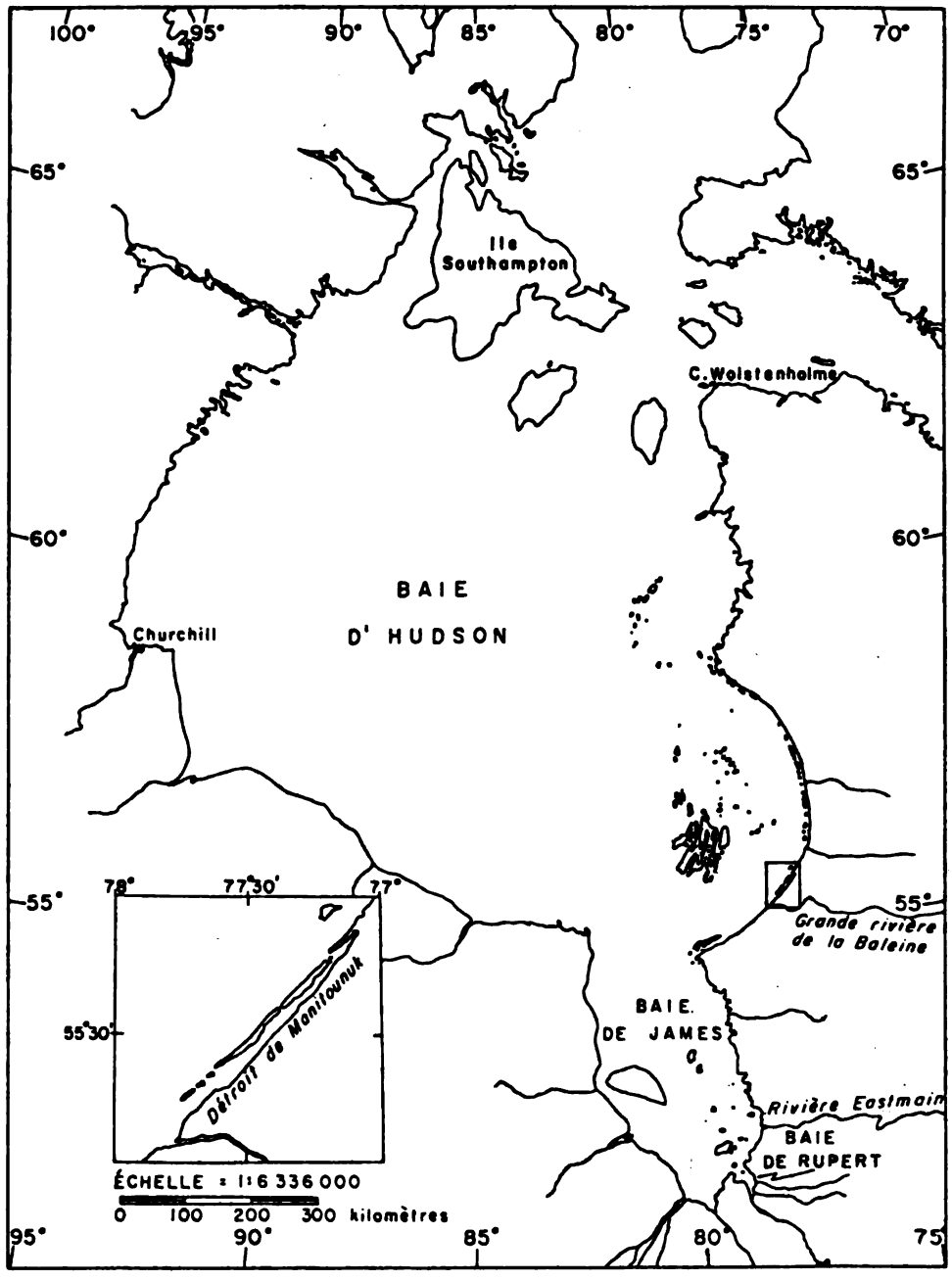


Figure 1. Territoire couvert par le présent travail, soit les baies de Rupert, de James et d'Hudson.

de la rivière Eastmain (sud-est de la baie de James). Seul l'étage médiolittoral fut inventorié lors de ces visites, et *l'on ne procéda* qu'à des prélèvements *qualitatifs.*

En 1976 et 1977 également, notre attention s'est portée sur le détroit de Manitounuk dont l'entrée est située à environ 12 km au nord-est de la Grande rivière de la Baleine. Cet étroit bras de

mer (2-3 km) au sud-est de la baie d'Hudson s'étend sur quelques 60 km en direction nord-est. En 1976, 28 stations ont été visitées au début de septembre dans l'étage médiolittoral et quelques draguages étaient effectués. En 1977, du 16 juillet au 20 août, on procéda à des relevés à 49 stations réparties sur des transect perpendiculaires au rivage couvrant les étages médiolittoral (37 stations) et infralittoral (plongée, 12 stations). Lors de ces deux années d'échantillonnage, la surface inventoriée variait selon le type d'estran, mais couvrait toujours une zone représentative de l'étage considéré.

Résultats et discussion.

Les relevés effectués dans la baie de Rupert, la baie de James et le détroit de Manitounouk nous ont permis d'identifier à l'espèce 45 taxons dont deux n'ont été récoltés qu'en épave *(Chaetomorpha melagonium* et *Laminaria longicruris).* À ces observations s'ajoutent les différentes espèces citées dans l'un ou l'autre des travaux de Howe, Setchell et Collins, ou Bell et MacFarlane *(loc. cit),* ce qui porte à 77 le nombre total d'espèces identifiées à ce jour dans ce territoire; elles se répartissent comme suit: 13 Chlorophyceae, 35 Phaeophyceae et 29 Rhodophyceae (tableau I).

En comparant cette composition floristique aux inventaires de régions plus méridionales, nous constatons une diminution, à l'intérieur de notre aire d'étude, du nombre d'espèces généralement observées aux hautes latitudes (Wilce, 1964) en raison d'un environnement beaucoup moins favorable à la fixation et au développement de ces algues, entre-autres des salinités parfois considérablement réduites, un substrat souvent meuble et la présence d'une couverture de glace parfois jusqu'en fin de juin, d'où une période réduite de croissance active. Le rapport R/P (Rhodophyceae/Phaeophyceae) de 0,83, semblable à celui calculé pour les algues du Labrador (0,73, Wilce, 1959), reflète bien la composition d'une végétation à caractère nettement plus arctique où dominent les algues brunes.

On remarque par ailleurs une augmentation du nombre d'espèces à l'intérieur de la région selon un gradient de salinité croissant du sud au nord. Ainsi 7 espèces seulement ont été identifiées dans la baie de Rupert (l'identification plus poussée des différentes espèces d'*Enteromorpha* et de *Cladophora* aurait fait augmenter sensiblement ce nombre), 46 pour la baie de James et 62 pour la baie d'Hudson.

TABLEAU I

Répartition des espèces dans les baies de Rupert, de James et d'Hudson, et fréquence d'apparation (%) lorsqu'il y a lieu; l'astérisque (*) met en évidence des taxons que nous n'avons pas retrouvés nous-mêmes.

Espèce	*Rupert*	*James* %	*Hudson* %
PHAEOPHYCEAE			
Agarum cribrosum (Mert.) Bory		x*	x*
Alaria esculenta (L.) Grev.		x*	x*
Asperococcus fistulosus (Huds.) Hook.		5	
Chorda filum (L.) Stackh.		x	28
Chorda tomentosa Lyngb.			11
Chordaria flagelliformis (O. F. Müll.) C. Ag.		5	11
Cladosiphon zosterae (J. Ag.) Kylin		9	
Coilodesme bulligera Strömf.			11
Desmarestia aculeata (L.) Lamour.		x	2
Desmotrichum undulatum (J. Ag.) Reinke (= *D. balticum*)		x*	
Dictyosiphon foeniculaceus (Huds.) Grev.		5	43
Dictyosiphon chordaria Aresch.			37
Dictyosiphon sp			7
Ectocarpus siliculosus (Dillw.) Lyngb. (incl. *confervoides*)	x	18	34
Ectocarpus sp.			28
Elachista fucicola (Vell.) Aresch.		14	28
Elachista lubrica Rupr.		x*	x
Eudesme virescens (Carm. ex Harv. in Hook.) J. Ag.			2
Fucus distichus subsp edentatus (Pyl.) Powell	x	64	74
Fucus distichus subsp *evanescens* (C. Ag.) Powell		x	2
Halopteris scoparia (L.) Sauv.			7
Haplospora globosa Kjellm.			x*
Laminaria digitata (Huds.) Lamour.			x*
Laminaria longicruris Pyl.			x
Laminaria saccharina (L.) Lamour.		9	2
Lithoderma sp			4
Litosiphon filiformis (Reinke) Batt.			2
Myriomema strangulans Grev.		x*	
Pilayella littoralis (L.) Kjellm.	x	18	41
Ralfsia fungiformis (Gunn.) Setch. et Gard.		x*	
Petalonia fascia (O. F. Müll.) Kuntze		x*	x*
Scytosiphon lomentaria (Lyngb.) Link			9
Sphacelaria cirrosa (Roth) C. Ag.		x*	
Sphacelaria plumosa Lyngb.		5	11
Sphacelaria radicans (Dillw.) C. Ag.			x*
Sphacelaria sp		5	17
Sphaerotrichia divaricata (C. Ag.) Kylin			2
Stictyosiphon subsimplex Hold			2
Stictyosiphon tortilis (Rupr.) Reinke		x*	x*
RHODOPHYCEAE			
Ahnfeltia plicata (Huds.) Fries		18	x
Antithamnion boreale (Gobi) Kjellm.		x*	x*
Antithamnion sp		18	15
Clathromorphum compactum (Kjellm.) Foslie			x*
Clathromorphum circumscriptum (Strömf.) Foslie			2
Dumontia incrassata (O. F. Müll.) Lamour.		x*	
Erythrotrichia carnea (Dillw.) J. Ag.		x*	
Callophyllis cristata (C. Ag.) Kütz.			x*

TABLEAU I (suite)

Espèce	*Rupert*	*James* %	*Hudson* %
lla mirabilis (Dillw.) J. Ag.		x*	
ytum laeve (Strömf.) Adey			x*
mnium glaciale Kjellm.			x*
mnium lemoineae Adey			2
noptera alata (Huds.) Stackh.		x*	
a integra (Kjellm.) A. Zin.		5	x
lia dentata (L.) Lyngb.		14	x
lia floccosa (Esper.) Falk.		x*	
palmata (L.) O. Kuntze		9	x
elia johansenii Howe			x*
ys rubens (L.) Batt.		5	x
ora truncata (Pallas) A. Zin.		x	x
lithon laevigatum (Fosl.) Fosl.			x*
rotundus (Huds.) Grev.		14	
onia arctica J. Ag.		x	2
onia nigrescens (Huds.) Grev.		x	2
onia urceolata (Light. ex Dillw.) Grev.		9	7
onia sp			2
umbilicalis (L.) J. Ag.			x*
errata Kütz.		x*	x*
orton sp		5	
ela confervoides (Huds.) Silva		5	x
ela lycopodioides (L.) C. Ag.		x	4
la pennyi (Harv.) Schm.			x*
CHLOROPHYCEAE			
ytrium moorei Gard.			4
hytrium sp		9	
norpha melagonium (Web. et Mohr) Kütz.			x
ora sp	x	9	11
orpha ahlnerana Blid.			2
orpha clathrata (Roth) Grev.		x*	
orpha compressa (L.) Grev.			x*
orpha flexuosa subsp *paradoxa* (Dillw.) Blid.		x*	
orpha groenlandica (J. Ag.) Setch. et Gard.			2
orpha intestinalis (L.) Link		X	9
orpha prolifera (O.F. Müll.) J. Ag.		X	4
orpha sp	X	82	X
ria percursa (C. Ag.) Rosenv.			2
nium riparium (Roth.) Harv.		X*	
norpha arcta (Dillw.) Kütz.	X	5	
sp		9	4
tuca L.	X	23	
a sp			
XANTHOPHYCEAE			
ia sp			2

Le calcul de la fréquence d'apparition de chaque espèce aux différentes stations exprimée en pourcentage nous a permis de déterminer les espèces dominantes selon les diverses classes d'algues dans la baie de James et le détroit de Manitounuk. Ainsi, *Enteromorpha* est le genre de Chlorophyceae le plus souvent rencontré dans les deux régions (82% et 17% respectivement); dans le détroit, *Cladophora sp.* (11%) domine avec *Enteromorpha intestinalis* (9%). Parmi les Phaeophyceae, on observe une nette dominance de *Fucus distichus* subsp *edentatus* qui se retrouve à 64% des stations à la baie de James et à 74% de celles du détroit; on note aussi une fréquence non négligeable de *Dictyosiphon foeniculaceus* (43%), de *D. chordaria* (37%), d'*Ectocarpus siliculosus* (34%) et de *Pilayella littoralis* (41%) dans le détroit de Manitounuk, alors que *Pilayella littoralis* (18%) et *Ectocarpus siliculosus* (18%) dominent dans la baie de James avec les Fucales. Les genres *Dictyosiphon* (87%) *Fucus* (76%) et *Ectocarpus* (62%) sont nettement les plus représentés dans le détroit.

Chez les Rhodophyceae, le genre *Antithamnion* est le plus fréquemment observé dans les deux régions (18% en baie de James; 15% dans le détroit) tout comme *Ahnfeltia plicata* en baie de James (18%). *Polyides rotundus* et *Odonthalia dentata* sont également communs en baie de James avec une fréquence de 14%. Dans le détroit de Manitounuk, le genre *Polysiphonia* occupe le second rang (13%), *P. urceolata* étant le plus fréquemment observé.

De toute évidence *Fucus distichus* subsp *edentatus* est l'espèce la plus commune dans toute la région inventoriée et représente vraisemblablement la plus forte biomasse. Cette situation est similaire à celle existant dans l'estuaire du Saint-Laurent où les Fucales dominent l'étage médiolittoral (90% de la biomasse), *F. distichus* subsp *edentatus* constituant 37% de la biomasse estivale moyenne (Breton-Provencher, 1976), et sur l'ensemble des côtes de l'est du Canada.

La flore de chaque station est très peu diversifiée. On ne retrouve en moyenne que 4 espèces par station dans la baie de James — le plus souvent des Chlorophyceae — et 5 dans le détroit de Manitounuk où les Phaeophyceae dominent toujours. Même pour une région nordique où, selon Wilce (1959), l'allure de la flore est monotone et manque souvent de couleur, ce nombre est faible. Wilce (1964) note en effet pour le nord-ouest du Groenland la présence de 25 espèces dans l'étage médiolittoral et au début de l'infralittoral de certaines stations, ce nombre étant encore plus élevé dans l'infralittoral plus profond.

Nos observations dans le détroit de Manitounuk, seule région où l'inventaire recouvre les divers étages, font aussi constater la présence d'un plus grand nombre d'espèces dans l'étage infralittoral, le nombre maximal d'espèces observé en une station étant de 15 alors qu'il n'est que de 10 dans l'étage médiolittoral. On rencontre généralement un nombre plus grand de Chlorophyceae et plus faible de Rhodophyceae dans l'étage médiolittoral, mais le nombre de Phaeophyceae est comparable aux deux étages. La plus forte diversité par station observée dans l'infralittoral est donc imputable aux diverses espèces d'algues rouges rencontrées exclusivement dans cet étage.

L'étagement des algues de cette région s'avère respecter les schémas classiques de zonation sous ces latitudes. Toutefois la distribution de certaines espèces de Phaeophyceae — les Fucales plus particulièrement — sur tout le littoral est un phénomène par-

ier; généralement elles disparais- au niveau des basses mers et sont uellement remplacées par les Lami- ıles alors que dans le détroit de itounuk on les rencontre encore bondance jusqu'à des profondeurs ı m. Il faut toutefois souligner l'ab- :e de grands herbiers de Lamina- s dans le détroit, seules quelques :entrations peu importantes de *inaria saccharina*, de *Chorda filum* le *Chorda tomentosa* ayant été es.

Conclusion

ı baie de Rupert représente un ıu très pauvrement colonisé par les es benthiques macroscopiques. La faible salinité de surface (de l'or- de 5 à 10 ‰), un substrat généra- ınt meuble et une très quantité de ments en suspension expliquent :rès grande partie cette situation. espèces observées en baie de ert (*Acrosiphonia arcta, Cladophora Enteromorpha spp, Ulva lactuca, carpus siliculosus, Fucus distichus 'ilayella littoralis* sont considérées me très tolérantes à des milieux inité variable.

ı pauvreté spécifique apparente du obenthos de la baie de James et détroit de Manitounuk, conclusion l'on ne doit cependant pas étendre nsemble de la baie d'Hudson pour ıoment, ne doit pas non plus être ɔuée uniquement aux variations ıdinales de la diversité. Le gradient alinité constitue un facteur restric- ıditionnel qu'il ne faut pas négliger. i, en moyenne pour les mois de juil- ıt août, la salinité de surface n'at- que 15,7 ± 5,7 ‰, et seules des es tolérantes peuvent se maintenir ı un milieu aussi peu hospitalier.

semble par ailleurs que la biomasse enne du phytobenthos de la région inventoriée soit assez faible. La nature du substrat semble y jouer un rôle prépondérant sur l'installation de population importantes comme le démontre le faible pourcentage de stations colonisées dans le détroit de Manitounuk (57%) où le substrat meuble occupe de grandes superficies, plus particulièrement sur la rive est; ce phénomène est d'ailleurs encore plus manifeste dans les baies de Rupert et de James. De plus, la topographie et la faible amplitude des marées (max. 2,2 m) associés à la présence (6 mois) et à l'action érosive des glaces, contribuent à réduire la zone intertidale à une étroite ceinture de végétation, et à clairsemer les populations infralittorales, d'où un rôle plus effacé de ce type de végétation dans l'économie des écosystèmes considérés.

Remerciements

Nous tenons à souligner tout particulièrement la contribution de M. Michel Huot dont le travail tant sur le terrain qu'en laboratoire a été des plus précieux.

Références

BELL, H. P. and C. MacFARLANE, 1933. Marine algae from Hudson Bay. Biological and Oceanographic Condtions in Hudson Bay, 10. — Contr. Can. Biol. Fish., 8 (3): 7.

BELL, H.P. and C. MacFARLANE, 1938. Some marine algae from Labrador, Hudson Bay and Arctic Canada. — Can. Fld Nat., 52: 9-10

BRETON-PROVENCHER, M., 1976. Aspects écologiques de la production des algues benthiques médiolittorales de la région de Bic, estuaire maritime du Saint-Laurent. — Thèse de maîtrise, Université Laval, Québec. 189p.

GARDNER, G., 1937. Liste annotée des espèces de Ptéridophytes, de Phanérogames et d'Algues récoltées sur la côte du Labrador, à la baie d'Hudson et dans le Manitoba nord, en en 1930 et 1933. — Bull. Soc. bot. France, 84: 19-51.

HOWE, M.A., 1927. Report on a collection of marine algae made in Hudson Bay. — Rep.

Can arct. Exped., 1913-18, 4: Bot., Part B: 18-30.

SETCHELL, W.A. and F.S. COLLINS, 1908. Some algae from Hudson Bay. — Rhodora, 10: 114-116.

WILCE, R.T., 1959. The marine algae of the Labrador Peninsula and Northwest Newfoundland. — Bull. nat. Mus. Can., 158: 1-103.

WILCE, R.T., 1964. Studies on benthic marine algae in Northwest Greenland. — Int. Seaweed Symp., 4: 280-287.

Naturaliste can., 105: 285-290 (1978).

ÉTUDES SUR LES SOLIDAGO L. XII. HYBRIDATION ENTRE DEUX ESPÈCES SYMPATRIQUES, *S. PURSHII* ET *S. RUGOSA*.

Jean R. BEAUDRY

Département de sciences biologiques
Université de Montréal, C.P. 6128, Montréal, H3C 3J7

Résumé

Des données chorologiques, morphologiques, caryologiques et d'hybridation indiquent que deux plantes récoltées à Saint-Adolphe de Howard, Qué., sont des hybrides entre *S. rugosa* Mill. et *S. Purshii* Porter. Les deux divisions de la méiose dans les microsporocytes de ces hybrides sont aussi normales que chez les deux parents mais 33% des grains de pollen avortent au stade trinucléé. *S. Purshii* et *S. rugosa* croisés plusieurs fois ne produisirent qu'une plante hybride, qui à maturité, ne différait pas significativement par sa morphologie des hybrides naturels. Des croisements réciproques entre les hybrides artificiel et naturel ne donnèrent qu'une plante. *S. Purshii* et *S. rugosa* sont bien isolées par des barrières internes à la reproduction. Dans la nature, *S. rugosa* hybride avec au moins huit espèces de *Solidago*. Sept de ces hybrides impliquent des espèces sympatriques et sont très rares, ce qui indique que ces espèces sont séparées de *S. rugosa* par des barrières internes à la reproduction efficaces. Le huitième implique *S. sempervirens*, une espèce surtout allopatrique, mais ici et là parapatrique quant à *S. rugosa*, et ces deux espèces n'ont pas de barrières internes à la reproduction, tel que démontré par Goodwin. Les données actuelles fournies par l'analyse des hybrides de *S. rugosa* avec des espèces congénères corroborent la conclusion de Grant à l'effet que la faiblesse de l'isolement à la reproduction entre entités allopatriques, lorsque comparée à l'efficacité de l'isolement à la reproduction entre entités sympatriques affines, est probablement une différence générale.

Abstract

Chorological, morphological, caryological, and also evidence derived from hybridizations is presented, indicating that two plants found at Saint-Adolphe de Howard, Que., are hybrids between *Solidago rugosa* Mill. and *S. Purshii* Porter. The two divisions of meiosis are completely normal in the microsporocytes of the hybrids as they are in the two parents but 33% of the pollen grains break down at the trinucleate gametophyte stage. Repeated attempts made to cross *S. Purshii* and *S. rugosa* yielded only one hybrid plant which was grown to maturity and did not differ significantly in its morphology from the natural hybrids. Reciprocal crosses between the artificial and the natural hybrids yielded only one seedling. *S. rugosa* and *S. Purshii* are well isolated by internal reproductive barriers. in nature, *S. rugosa* crosses with at least eight species of *Solidago*. Seven of these hybrids are between sympatric species and are very rare occurrences, indicating that these seven species are separated from *S. rugosa* by effective internal barriers to reproduction. The eighth involves *S. sempervirens*, a species largely allopatric but here and there parapatric with *S. rugosa*. These two species are without internal barriers to reproduction as shown by Goodwin. The actual data supplied by the analysis of the hybrids of *S. rugosa* with congeneric species substantiates the conclusion of Grant that the weakness of reproductive isolation between allopatric entities, when compared to sympatric related ones, is probably a general difference.

Introduction

S. Purshii et *S. rugosa* de l'est de l'Amérique du Nord sont deux espèces qui diffèrent beaucoup par leur morphologie et leurs exigences écologiques. *S. Purshii* croît dans les tourbières et autres habitats tourbeux, alors que *S. rugosa* se rencontre dans les bois clairs, les clairières, et en bordure des bois. Les deux espèces sont sympatriques et souvent avoisinantes, *S. Purshii* étant dans la tourbière et *S. rugosa* sur le pourtour, ou dans les endroits bien drainés de la tourbière.

Deux plantes qui semblaient être des hybrides entre ces deux espèces furent trouvées dans une petite tourbière avec leurs parents présumés à Saint-Adolphe de Howard, comté d'Argenteuil, Québec. (Nos. 56-488 et 56-491, J. R. Beaudry). Elles furent transférées dans un jardin d'expérimentation.

Ce qui suit résume et analyse les données obtenues à partir de ces hybrides, de leurs parents présumés, et des croisements artificiels entre ces derniers.

Matériel et méthodes

Les deux individus présumés hybrides furent cultivés avec des individus de *S. Purshii* et de *S. rugosa* pour fins de comparaison. Des spécimens d'herbier furent préparés (MT), et des boutons floraux fixés dans un mélange de six parties d'alcool éthylique absolu, une partie d'acide acétique glacial, et trois parties de chloroforme, puis transférés dans de l'alcool éthylique à 70% pour étude subséquente de la microsporogenèse. Les observations cytologiques furent faites avec un photomicroscope Zeiss, sur des frottis au carmin acétique permanents, montés à l'Euparal.

Les techniques utilisées pour faire les croisements, et faire germer les graines récoltées ont déjà été décrites (Beaudry, 1968).

Résultats

MORPHOLOGIE COMPARÉE DE L'HYBRIDE NATUREL ET DE SES PARENTS PRÉSUMÉS

La comparaison de certains caractères morphologiques des deux individus hybrides avec les caractères correspondants de leurs parents présumés a corroboré notre jugement initial: les plantes 56-488 et 56-491 ont plusieurs caractères externes qui indiquent qu'elles sont des hybrides entre *S. Purshii* et *S. rugosa*. Le tableau I résume ces observations. L'hybride est comme l'un ou l'autre de ses parents quant à certains de ses caractères, et intermédiaire quant à d'autres. D'une façon générale, on peut dire qu'il est intermédiaire entre ses deux parents quant à son inflorescence, qu'il se rapproche plutôt de *S. rugosa* par sa tige et ses feuilles caulinaires, et qu'il est comme *Purshii* par sa rosette bien développée. La figure 1 présente des photographies de spécimens d'herbier de l'hybride et de ses deux parents.

CARYOLOGIE COMPARÉE DE L'HYBRIDE ET DE SES PARENTS

L'hybride et ses deux parents ont un nombre $2n$ de 18, tel qu'indiqué dans une publication précédente (Beaudry and Chabot, 1959).

Les différents stades de la microsporogenèse et de la microgamétogenèse de *S. Purshii* furent étudiés par Doucet (1959) chez un individu (No. 56-485) qui accompagnait les hybrides à Saint-Adolphe de Howard, Qué., et par l'auteur chez un individu provenant de Lemieux, comté de Nicolet, Qué. (No. 56-413-3), et chez deux autres provenant de Murdochville, comté de Gaspé-ouest, Qué. (Nos 56-261, 56-267). Ces stades sont tout à fait réguliers. Les mêmes stades furent examinés chez *S. rugosa* par l'auteur chez un individu venant de Saint-André-Avelin, Comté de Papineau, Québec, une localité située à une qua-

TABLEAU I

:aractères morphologiques de *Solidago Purshii, S. rugosa* et d'un hybride naturel entre ces deux espèces

:aractères de(s)	*S. Purshii*	*Hybride*	*S. rugosa*
inflorescence	thyrse étroit avec des pédicelles fortement ascendants et pubérulents.	de forme intermédiaire, et avec des pédicelles pileux.	panicule avec pédicelles pileux, variant de fortement divergents à ascendants et recourbés.
ı tige	glabre et peu feuillue.	villeuse; feuilles caulinaires en nombre intermédiaire.	villeuse et très feuillue.
›uilles caulinaires	étroitement lancéolées à oblancéolées, non acuminées, glabres, plutôt charnues, entières ou faiblement dentées.	étroitement lancéolées, acuminées, plutôt glabres sur la face supérieure, pubescentes sur la face inférieure surtout le long des nervures, non charnues, faiblement dentées.	lancéolées à étroitement oblancéolées acuminées, pubescentes ou villeuses, surtout sur la face inférieure, non charnues, nettement dentées.
ı rosette	bien développée, feuilles lancéolées à oblancéolées, glabres, plutôt charnues, entières ou faiblement dentées, limbe et pétiole de même longueur.	bien développée et comme celles de *S. Purshii*, mais avec dents foliaires plus accentuées.	absente chez la plante adulte.

Figure 1. *Solidago Purshii* (à gauche), *S. rugosa* (à droite), et un hybride naturel entre ces deu espèces (au centre).

rantaine de milles de Saint-Adolphe de Howard, et étaient tout aussi réguliers. Les divisions méiotiques des cellules mères des grains de pollen furent aussi étudiées par Goodwin (1937) chez des individus de *S. rugosa*, et décrites comme étant «perfectly regular in every case».

Le tableau II résume nos observations sur les différents stades de la microsporogenèse et de la microgamétogenèse chez les deux individus présumés hybrides. Tous les stades de ces deux phénomènes furent étudiés à fond chez l'individu 56-491. Chez cette plante, les neuf bivalents de la division I restèrent associés par des chiasmas jusqu'à la fin de la métaphase, et toutes les cellules observées aux stades des divisions I et II, et au stade des microspores, étaient normales. Des cellules anormales apparurent cependant durant la microgamétogenèse: parmi les cellules observées au stade du gamétophyte binucléé 5,4% étaient nettement anormales, et parmi celles rendues au stade du gamétophyte trinuclée 33% étaient aussi anormales. La figure 2 montre un échantillon des cellules de cette plante au stade du gamétophyte binuclée. Chez la plante 56-488, des échantillons des cellules aux divers stades des divisions I et II montrèrent que ces deux divisions étaient aussi parfaitement régulières,

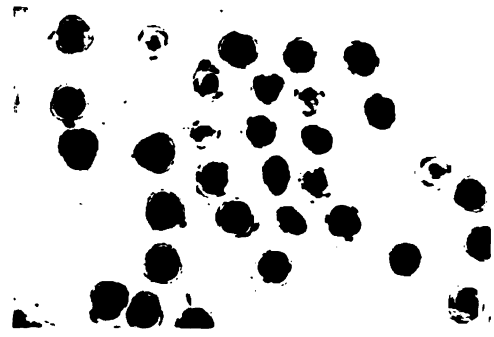


Figure 2. Un échantillon du pollen de l'hybride naturel *S. Purshii* × *S. rugosa* (No. 56-491) montrant des grains de pollen chromophiles et non chromophiles.

et seuls le stade des microspores et les stades subséquents furent l'objet d'observations détaillées. Comme le montre le tableau II, cette plante était bien comme la précédente: toutes ses microspores étaient normales, et les cellules anormales n'apparurent aussi qu'au stade du gamétophyte binuclée; chez ces dernières cependant, 25,4% étaient anormales, un pourcentage beaucoup plus élevé que chez la plante 56-491; et parmi les cellules au stade trinuclée, 33,6% étaient anormales, un pourcentage presque identique à celui de la plante 56-491.

GRAINES DES HYBRIDES NATURELS

Les deux hybrides naturels furent cultivés côte à côte dans le jardin, dans une

TABLEAU II

La microsporogenèse de deux individus de *Solidago Purshii* × *S. rugosa*.

	Individu 56-491			*Individu 56-488*		
	Nombre de cellules		*% de cellules anormales*	*Nombre de cellules*		*% de cellules anormales*
	normales	*anormales*		*normales*	*anormales*	
Division I	695	0	0	—	—	—
Division II	811	0	0	—	—	—
Microspores	2006	0	0	2200	0	0
Gamétophyte binucléé	3743	215	5,4	451	154	25,4
Gamétophyte *trinucléé*	1506	741	33,0	1527	774	33,6

:elle où il y avait de nombreux indi-
s de *S. rugosa* et *S. Purshii* (et
ɜi des centaines d'individus apparte-
t à d'autres espèces de *Solidago*).
ɜrand nombre des graines produites
pollinisation libre furent récoltées, et
ées dans de la vermiculite. On obtint
i seulement deux plantules qui mou-
nt très jeunes.

ISEMENTS

lusieurs croisements entre *S. rugosa*
. *Purshii* furent faits durant deux an-
s. Ils ne donnèrent qu'une seule
ıte hybride. Cette plante parvint à
urité et ne différait pas significative-
ıt des hybrides naturels. Elle fut
sférée dans le jardin avec les deux
rides naturels, et plusieurs individus
S. *rugosa* et *S. Purshii*. La graine
ıle produisit par pollinisation libre
lonna pas de plantules.

es croisements réciproques artifi-
s furent réalisés entre l'hybride natu-
et l'hybride artificiel. On n'obtint
si qu'une seule plantule à partir du
sement fait avec l'hybride artificiel
ıme plante femelle.

Discussion

semble bien que les deux individus
l'hybride naturel trouvé à Saint-
ılphe de Howard soient issus d'un
isement entre *S. rugosa* et *S. Purshii*:
croissaient en compagnie d'individus
ces deux espèces; leurs caractères
phologiques sont intermédiaires
re ceux de ces deux espèces, ou un
ange de ces derniers; de plus, l'hy-
le artificiel obtenu en croisant ces
x espèces était presque identique à
deux individus.

es chromosomes de *S. rugosa* et
x de *S. Purshii* sont encore forte-
ıt homologues puisqu'ils s'apparient
lement et *régulièrement*.

Les deux espèces sont néanmoins isolées par des barrières internes à la reproduction. Celle qui fut observée chez l'hybride naturel agit après la méiose, vers la fin de la microgamétogenèse. De plus, il est évident, que dans la nature, ces deux espèces sont très efficacement isolées par des barrières internes, puisqu'elles ne produisent que de très rares individus hybrides, en dépit du fait qu'elles croissent ensemble dans des milliers de tourbières dans le nord-est de l'Amérique du Nord.

Dans la nature, il y a transgression des barrières internes à la reproduction chez plusieurs espèces de *Solidago*. Fernald (1950) a signalé les espèces impliquées dans de l'hybridation interspécifique. Leur nombre se chiffre à 24, si on exclut les espèces de sa section *Euthamia*, et le nombre total d'hybrides interspécifiques mentionnés est de 33. L'hybride entre *S. Purshii* et *S. rugosa* (de même que plusieurs autres) doit être ajouté à ce nombre, puisqu'il n'est pas mentionné par Fernald. *S. rugosa* se croise avec au moins huit espèces différentes, dont sept diffèrent tellement par leur morphologie de *S. rugosa*, qu'elles sont attribuées par Mackenzie (*in* Small, 1933) à des groupes d'espèces ou sections du genre *Solidago* autres que celle à laquelle *S. rugosa* (*S. altissima sensu* Mackenzie) appartient, c'est-à-dire la section *Altissimae*. Les noms de ces espèces, suivis par le nom de leur section entre parenthèses sont: *S. bicolor* L. *(Hispidae)*, *S. caesia* L. *(Flexicaules)*, *S. canadensis* L. *(Serotinae)*, *S. Elliottii* T. & G. *(Altissimae)*, *S. macrophylla* Pursh *(Macrophyllae)*, *S. Purshii* Porter *(Uliginosae)*, *S. sempervirens* L. *(Sempervirentes)*, et *S. ulmifolia* Mill. *(Ulmifoliae)*. Il est évident que la ressemblance morphologique, considérée comme un indice de similarité phylogénétique, ne peut servir à prédire les possibilités d'hybridatio
interspécifique dans le genre Solidar

Enfin, il importe de signaler que l'hybride entre *S. rugosa* et *S. Purshii*, et six des sept autres ayant *S. rugosa* comme l'un des deux parents sont des curiosités ou des raretés, et sont tous des hybrides entre des espèces sympatriques, alors que le huitième impliquant *S. sempervirens* est assez commun et même abondant à certains endroits, et est un hybride entre espèces surtout allopatriques, mais parapatriques dans certaines parties de leurs aires de distribution. Cet hybride, parfois nommé *S.* × *asperula* Desf., se rencontre assez souvent le long de la côte atlantique du nord-est des États-Unis et de l'est du Canada, où *S. rugosa* et *S. sempervirens* viennent ici et là en contact. Il a été étudié à fond par Goodwin (1937) qui a constaté que les hybrides de F_1, de F_2, et de rétrocroisements sont vigoureux et très fertiles, ce qui indique que les deux espèces pourraient se fusionner en une seule. Bien que les populations parentales échangent des gènes dans leur zones de contact, il est évident qu'elles sont peu affectées.

Donc, pour résumer ces données, *S. rugosa* se croise à au moins huit espèces différentes. Sept de ces dernières sont sympatriques avec *S. rugosa* et sont bien isolées par des barrières internes puisque les hybrides qu'elles produisent avec *S. rugosa* sont tous très rares. La huitième est allopatrique, ou ici et là parapatrique, et il n'y a pas de barrières internes à la reproduction entre elle et *S. rugosa*.

Conclusion

Grant (1966, 1971) a revu la littérature qui traite du développement de l'isolement à la reproduction entre espèces sympatriques et allopatriques congénères et entités intraspécifiques, chez les plantes et les animaux. Ces études indiquent que la faiblesse de l'isolement à la reproduction entre entités allopatriques, lorsque comparée à l'efficacité de l'isolement à la reproduction entre entités sympatriques affines, est probablement une différence générale. Les données actuelles fournies par l'analyse des hybrides de *S. rugosa* avec des espèces congénères corroborent cette conclusion.

Remerciements

L'auteur remercie la direction et les membres du personnel du Jardin botanique de Montréal qui l'ont aidé de diverses façons à cultiver les plantes qui ont servi à cette étude; Ingeborg Blume de Orozco et Louis Pontecaille pour leur assistance technique; et le Conseil national des recherches du Canada pour son assistance financière.

Références

BEAUDRY, J. R. 1968. Études sur les *Solidago*. VIII. Résultats et analyse de croisements effectués entre le *Solidago canadensis* L. et le *Solidago lepida* var. *fallax* Fern. — Naturaliste can. 95: 19-37.

BEAUDRY, J. R. and D. L. CHABOT. 1959. Studies on *Solidago* L. IV. The chromosome numbers of certain taxa of the genus *Solidago*. — Can. J. Bot. 37: 209-228.

DOUCET, R. 1959. Étude de la microsporogenèse et de la microgamétogenèse du *Solidago Purshii* Porter et du *Solidago uliginosa* Nutt. — Mémoire de maîtrise, Univ. de Montréal.

FERNALD, M. L. 1950. Gray's Manual of Botany. Eighth ed. — American Book Co. N. Y. 1632 p.

GOODWIN, R. E. 1937. The cyto-genetics of two species of *Solidago* and its bearing on their polymorphy in nature. — Amer. J. Bot. 24: 425-432.

GRANT, V. 1966. The selective origin of incompatibility barriers in the plant genus *Gilia*. — Amer. Nat. 100: 99-118.

GRANT, V. 1971. Plant speciation. — Columbia Univ. Press. N. Y. 435 p.

MACKENZIE, K. K. 1933. *in* J. K. Small. Manual of the Southeastern Flora. — Published by the author. N. Y. 1554 p.

Naturaliste can., 105: 291-293 (1978).

THE TAXONOMIC RANK OF RYDBERG'S POISON IVY

Gérald A. MULLIGAN and Bonny E. JUNKINS

Biosystematics Research Institute, Research Branch, Agriculture Canada Ottawa, Ontario K1A 0C6

Résumé

Les résultats d'une expérience d'hybridation supportent le classement de l'Herbe-à-puce de Rydberg au rang infraspécifique plutôt qu'au rang d'espèce. Le rang proposé pour ce taxon est celui de variété. Il devient donc *Rhus radicans* L. var. *rydbergii* (Small *ex* Rydb.) Rehder.

Abstract

Evidence from a hybridization experiment supports the placement of Rydberg's poison ivy in an infraspecific category of *Rhus radicans* L., rather than treating it as a separate species of *Rhus*. The rank suggested for this taxon is that of variety. It therefore becomes *R. radicans* L. var. *rydbergii* (Small *ex* Rydb.) Rehder.

Introduction

According to Mulligan and Junkins (1977) there are three varieties of poison ivy, *Rhus radicans* L., in Canada: var. *radicans*, var. *rydbergii* (Small *ex* Rydb.) Rehder, and var. *negundo* (Greene) G. A. Mulligan. Variety *radicans* is confined to Prince Edward Island, southern Nova Scotia and southern New Brunswick, var. *negundo* is only is southern Quebec and southern Ontario, and var. *rydbergii* occurs in all provinces except Newfoundland and Prince Edward Island (fig. 1). *Rhus radicans* var. *rydbergii*, usually called Rydberg's poison ivy, is the most widespread poison ivy in Canada. A key to the three poison ivy varieties appears in Mulligan and Junkins (1977).

Recent workers have taken conflicting positions on the taxonomic rank of Rydberg's poison ivy. As indicated above, Mulligan and Junkins regarded Rydberg's poison ivy as a variety of *R. radicans*. On the other hand, Gillis (1971, 1975) concluded that Rydberg's poison ivy is a species distinct from *R. radicans*. He considered significant the fact that Rydberg's poison ivy is the only poison ivy that never produces aerial roots.

It was therefore decided to try to resolve the conflict in the taxonomic status of Rydberg's poison ivy by crossing typical plants of this poison ivy with typical plants of *R. radicans* var. *negundo* and by analysing the meiotic configurations and pollen fertility of any resulting hybrids.

Material and methods

On June 15, 1976, pollen from a male plant of Rydberg's poison ivy, growing at Britannia in Ottawa, Ontario was transferred to stigmas of 48 flowers on a female plant of *R. radicans* var. *negundo* that was climbing a tree of *Ulmus americana* L. on the campus of Carleton University 9 kilometres away. The female flowers of var. *negundo* that were pollinated had been bagged before the flowers opened and the bags were removed only for the few minutes required for pollination. Since poison ivy flowers are insect-pollinated and no insect visited the flowers during the brief peri

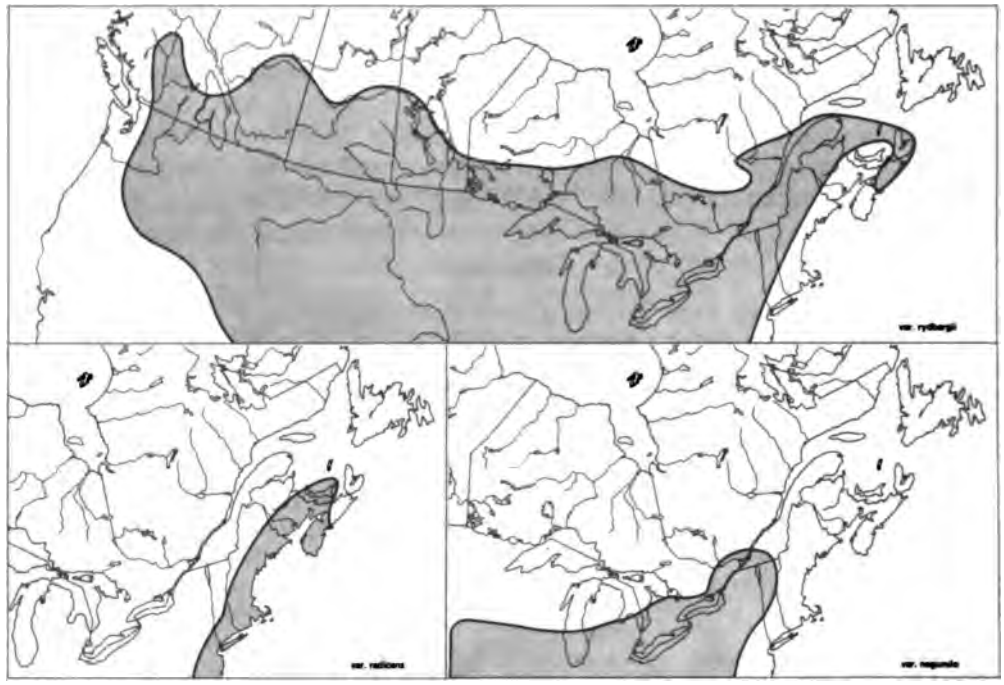


Figure 1. Distribution of three varieties of *R. radicans* in Canada and adjacent areas.

of artificial pollination, no other pollen was introduced to the stigmas of the Carleton University plant. Unpollinated female flowers were also bagged. The pollination bags used were as described by Mulligan and Findlay (1970). Meiotic material of hybrids was fixed and stained according to the alcoholic hydrochloric acid-carmine technique described by Snow (1963). Pollen fertility of hybrids was evaluated using a stain of cotton blue in lactophenol. The voucher specimen for the hybrid is listed in the appendix.

Observations

All 48 pollinated flowers on the Carleton University plant of *R. radicans* var. *negundo* formed apparently normal fruits. All unpollinated female flowers aborted. The hybrid fruits were collected when they were mature on August 16, *1976. Twelve of them* were cleaned and *he seeds scarified to* improve germination. They were then planted on September 7, 1976 and six had germinated by September 20, 1976. These six plants were transplanted into separate pots soon afterwards and were given cold treatment from November 1, 1976 to May 1, 1977. None of these plants flowered during 1977. All six were again placed in a cold room on November 1, 1977 and were removed on May 1, 1978. Three of these six plants flowered soon afterwards, all of them turning out to be male. A morphological comparison of parents and hybrids is given in Table 1.

The three flowering hybrids formed 15 bivalents at metaphase I of meiosis and the chromosome segregation was regular at telophase I and II. Pollen mother cells formed 4 tetrads. Variety *negundo* and Rydberg's poison ivy also formed 15 bivalents at metaphase I and meiosis was regular at other stages (Mulligan and Junkins, 1977). Pollen fertility in the three flowering hybrids was high, 94 percent of 500 pollen grains examined

TABLE I

Morphological comparison between *Rhus radicans* var. *rydbergii*, *R. radicans* var. *negundo*, and their F_1 hybrid

var. *rydbergii*	F_1 hybrid	var. *negundo*
Trailing vine or sub-shrub lacking aerial roots.	Trailing vine or subshrub with aerial roots that do not cling to rough surfaces.	Climbing vine clinging to rough surfaces by aerial roots.
Pedicels with a short, appressed and ascending puberulence.	Pedicels with a short, appressed and ascending puberulence and also with a spreading pubescence.	Pedicels with a long spreading pubescence.
Fewer than 5 leaves on vertical stems.	Fewer than 5 leaves on vertical stems.	Five to many leaves on vertical stems.

were fully stained by a solution of cotton blue in lactophenol.

Conclusions

The pairing of chromosomes at metaphase I in hybrids between Rydberg's poison ivy and *R. radicans* var. *negundo* and the chromosome segregation at other stages of meiosis is similar to that of both parents and is what one normally finds in a cross between individuals of the same species. In addition, the pollen fertility in the hybrid was very high and is similar to that usually only found in intraspecific crosses. Although it is true that partly homologous chromosomes may sometimes pair with each other if two homologous chromosomes are not present in the same cell (Stebbins, 1971), pollen fertility in these cases is always very low. In addition, we have observed that Rydberg's poison ivy and *R. radicans* var. *negundo* intergrade morphologically in an area where they are contiguous in southwestern Québec. Our cytological evidence and to a greater extent the high pollen fertility found in the first generation *Rhus* hybrids support morphological observations suggesting that Rydberg's poison ivy is better treated as an infraspecific taxon of *R. radicans* rather than as a separate species.

References

GILLIS, W. T., 1971. The systematics and ecology of poison-ivy and the poison-oaks (*Toxicodendron*, Anacardiaceae. — Rhodora 73: 72-159, 161-237, 370-443, 465-540.

GILLIS, W. T., 1975. Poison ivy and its kin. — Arnoldia 35: 93-123.

MULLIGAN, G. A. and J. FINDLAY, 1970. Reproductive systems and colonization in Canadian weeds. — Can. J. Bot. 48: 859-860.

MULLIGAN, G. A. and B. E. JUNKINS, 1977. The biology of Canadian weeds 23. *Rhus radicans* L. — Can. J. Plant Sci. 57: 515-523.

SNOW, R., 1963. Alcoholic hydrochloric acid-carmine as a stain for chromosomes in squash preparations. — Stain Technol. 38: 9-13.

STEBBINS, G. L., 1971. Chromosome evolution in higher plants. — Edward Arnold Ltd., London.

Appendix

VOUCHER SPECIMEN FOR HYBRID

Rhus radicans var. *rydbergii* × *R. radicans* var. *negundo*. Artificial first generation hybrid between var. *rydbergii* (Britannia, Ottawa, Ont.) and var. *negundo* (9 km away at Carleton University, Ottawa), 15 bivalents at metaphase I, meiosis regular at telophase I and II, forms 4 tetrads, pollen fertility 94 percent using stain of cotton blue in lactophenol, G. A. Mulligan & B. E. Junkins 3681, May 28, 1978 (DAO).

COMMUNICATIONS BRÈVES

A REPORT OF THE BLUEBACK HERRING (ALOSA AESTIVALIS) FROM PRINCE EDWARD ISLAND

Edward KOTT

Department of Biology, Wilfrid Laurier University, Waterloo, Ontario, Canada

Résumé

L'alose d'été *(Alosa aestivalis)* a été capturé dans l'Île-du-Prince-Édouard. C'est la première mention de cette espèce dans le golfe du Saint-Laurent. Les spécimens sont comparés avec le gaspareau *(Alosa pseudoharengus)*.

Abstract

The blueback herring *(Alosa aestivalis)* is recorded from Prince Edward Island. This is the first report of this species from the Gulf of St. Lawrence. These specimens are compared with the similar alewife *(Alosa pseudoharengus)*.

In Canada, the blueback herring *(Alosa aestivalis)* is a rare species and has been considered as endangered (McAllister, 1970; McAllister and Gruchy, 1976). Further south however this species is common although in recent times, there also, its numbers have been decreasing (Hildebrand, 1963).

This species has been recorded, in Canada, only from the Bay of Fundy drainage basin in New Brunswick and Nova Scotia and in Bras d'Or Lake, Cape Breton Island (Scott and Crossman, 1973; McAllister and Grucy, 1976). Until this time no definite records of this species from the Gulf of St. Lawrence have been published.

However, in the Wilfrid Laurier University Museum there is a collection of this species with the following information:

Number: WLU 1251, 1253, 2398, 4348
Date: Sept. 1964
Location: Bay at the Biological Station, Ellerslie, P.E.I.
Collector: *Martin*

A specimen was sent to Dr. D. E. McAllister, National Museum of Natural Sciences, Ottawa, who confirmed the identification. This specimen is now located there and bears the accession number NMC 77-0611.

This species is very similar to the alewife *(Alosa pseudoharengus)* and the two are often difficult to distinguish. One of the most reliable characters for separating the species is the colour of the peritoneum, being sooty to black in the blueback and pearly grey in the alewife (Scott and Crossman, 1973). Other useful characters are diameter of eye relative to snout, number of gill rakers on the lower limb of the first gill arch and length of gill raker at the angle of the first gill arch relative to the eye (Hildebrand, 1963). The bluebacks in this collection were compared to alewives of similar size from the same locality and from Passamoquoddy Bay, New Brunswick (Table I). It is important that the

TABLE I

A comparison between the blueback herring (*Alosa aestivalis*) from Prince Edward Island and the alewife (*Alosa pseudoharengus*) from Prince Edward Island and New Brunswick.

	Alosa aestivalis			*Alosa pseudoharengus*			*Alosa pseudoharengus*		
Locality	Prince Edward Island			Prince Edward Island			New Brunswick		
Character	x	range	n	x	range	n	x	range	n
Standard length (mm)	233,0	221,0-246,7	11	216,0	208,0-226,0	4	207,4	119,9-234,5	5
Snout length / *Eye diameter*	1,08	0,87-1,38	11	0,83	0,76-0,95	4	0,76	0,71-0,81	5
Gill raker length / *Eye diameter*	0,83	0,61-1,04	10	0,57	0,51-0,61	4	0,54	0,49-0,63	5
Gill raker number	46,1	43-48	10	41,3	40-43	4	42,8	42-44	5
Colour of peritoneum		black			grey			grey	

be similar for eye diameter and gill raker number vary with age.

The alewives from Prince Edward Island and New Brunswick are similar for all the characters studied. The bluebecks differ in that their snout is typically equal to or longer than the eye diameter, rather than shorter, the gill rakers are considerably longer and their gill raker number on the lower limb of the gill arch is higher. These differences are consistent with published differences between the two species (Hildebrand, 1963; Leim and Scott, 1966; Scott and Crossman, 1973).

Another difference between these species is in vertebral number. The specimen deposited in the National Museum has 51 vertebrae (McAllister, pers. comm.) which is in the range of 49-53 reported for *Alosa aestivalis*, rather than the range 46-50 reported fro *A. pseudoharengus*. A final character not investigated but useful in separating the species is otolith shape (Scott and Crossman, 1973; Price, 1978).

The specimens of *A. aestivalis* described in this note represent a population from the Gulf of St. Lawrence at about the known northern limit of the species.

References

HILDEBRAND, S. F., 1963. Family Clupeidae, p. 257-454 *In*: Fishes of the western North Atlantic. — Mem. Sears Fdn mar. Res., 1(3): 630.

LEIM, A. H. and W. B. SCOTT, 1966. Fishes of the Atlantic coast of Canada. — Fish. Res. Bd Can. Bull., N° 155, 485 p.

McALLISTER, D. E., 1970. Rare or endangered Canadian fishes. — Can. Fld Nat., 84: 5-8.

McALLISTER, D. E. and C. G. GRUCHY, 1977. Status and habitat of Canadian fishes in 1976. *In*: Canada's Threatened Species and Habitats, Canadian Nature Federation, Ottawa, Canada. Spec. publ. N° 6, p. 151-157.

PRICE, W. S., 1978. Otolith comparison of *Alosa pseudoharengus* (Wilson) and *Alosa aestivalis* (Mitchell). — Can. J. Zool., 56: 1216-1218.

SCOTT, W. B. and E. J. CROSSMAN, 1973. Freshwater fishes of Canada. — Fish. Res. Bd Can. Bull., N° 184, 966 p.

BARBAREA STRICTA ANDRZ., A NEW INTRODUCTION TO QUEBEC

Gerald A. MULLIGAN

Biosystematics Research Institute, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario K1A 0C6

Résumé

Barbarea stricta Andrz. est signalé pour la première fois au Québec. Cette crucifère se rencontre à la Grosse Île, sur le Saint-Laurent. Une clé d'identification pour *B. stricta* et les trois autres espèces de *Barbarea* du Canada est finalement présentée.

Abstract

Barbarea stricta Andrz. (Cruciferae) is recorded for the first time in Quebec. It occurs on Grosse-Ile in the St. Lawrence River. An identification key to *B. stricta* and to the other three species of *Barbarea* in Canada is presented.

Two sheets in the herbarium of the Department of Agriculture Ottawa (DAO), contain plants of *Barbarea stricta* Andrz., a new introduced member of the Cruciferae for Quebec. These plants were identified as either *Barbarea vulgaris* R. Br. var. *vulgaris* or as *B. vulgaris* var. *arcuata* (Opiz ex J. & C. Presl) Reichenb. The two herbarium sheets are labelled as follows: Grosse-Ile, St. Lawrence River, in swamp, *R. P. Hanson 220*, May 31, 1944; Grosse-Ile, St. Lawrence River, in woods, *R. P. Hanson 221*, June 24, 1944. The first Quebec collection consists of two plants of *B. stricta* and one plant of *B. vulgaris* var. *arcuata* whereas the second Quebec sheet has two plants of *B. stricta*.

Marie-Victorin and Meilleur (1939) did not record any species of *Barbarea* for Grosse-Ile but Sexsmith (1965) referred to a sight record for *Barbarea orthoceras* Ledeb. and to a specimen of *B. vulgaris*. However, the only sheet of *Barbarea* from Grosse-Ile in Sexsmith's herbarium at Lethbridge, Alberta, contains three plants of *B. vulgaris* var. *arcuata*. The label data for this collection is Grosse-Ile, P.Q., waste ground, *J.J.S.*, June 2, 1944. It is possible that Sexsmith's sight record for *B. orthoceras* was based on plants of *B. stricta*. The appressed siligues of *B. stricta* make this plant appear superficially similar to *B. orthoceras*, a plant that Sexsmith had previously seen in western Canada.

Barbarea stricta and the three other species present in Canada (*B. vulgaris*, *B. verna* (Mill.) Aschers., and *B. orthoceras*) can be distinguished with the following key.

1. Uppermost leaves pinnatifid to pinnatisect
    2. Siliques 4.0 to 7.0 cm long, strongly ascending; petals 6.0 to 8.0 mm long ..... *B. verna*
    2. Siliques 2.0 to 3.5 cm long, appressed to strongly ascending; petals 3.0 to 5.0 mm long ..... *B. orthoceras*
1. Uppermost leaves simple, dentate
    3. Style 2.0 to 3.0 mm long in fruit; buds glabrous
        4. Pods spreading to ascending ..... *B. vulgaris* var. *arcuata*
        4. Pods appressed to stem ..... *B. vulgaris* var. *vulgar*
    3. Style 1.0 to 1.5 mm long in fruit; tips of flower buds pubescent ..... *B. stricta*

There are a few authors who have recorded *B. stricta* for continental North America (for example, Rydberg 1922, Abrams 1944 & Boivin 1968); however there is no evidence that they saw plants of this species. In most cases they applied the name *B. stricta* to plants that were really *B. orthoceras*. I have seen only one specimen of *B. stricta*, other than those from Grosse-Ile. The label data of this specimen, also in the DAO herbarium, is as follows: common along west shore of Connecticut River near mouth of Broad Brook, Vernon, Windham Co., Vermont *W. D. Countryman 1998*, June 12, 1969.

References

ABRAMS, L., 1944. Illustrated Flora of the Pacific States. Stanford University Press, Calif., 635 pp.

BOIVIN, B., 1968. Flora of the Prairie Provinces. — Phytologia, 16: 219-339.

MARIE-VICTORIN, Frère et MEILLEUR, R., 1939. La florule de la Grosse-Île. — Naturaliste can., 66: 107-122.

RYDBERG, P. A., 1922. Flora of the Rocky Mountains and adjacent plains. Hafner Publishing Co., N.Y., 1143 pp.

SEXSMITH, J. J., 1965. Additions to the Flora of Grosse-Île, Quebec. — Can. Fld Nat., 79: 106-112.

REVUE DES LIVRES

CAYOUETTE, R., 1978. **Nichoirs d'oiseaux.** Société zoologique de Québec Inc., Charlesbourg, Québec. 36 p. 20 × 25 cm. Broché, $4.00.

Cette brochure sur les nichoirs d'oiseaux, publiée par la Société zoologique de Québec, vient s'ajouter aux autres publications sur la zoologie que la Société a présentées au public. Destiné à l'ornithologue citadin ou villageois, à l'enseignant, à l'étudiant ou au jeune naturaliste, cet ouvrage est rédigé dans un langage simple et est magnifiquement illustré par un des meilleurs artistes animaliers du Canada.

En plus de donner la description de 25 modèles différents de nichoirs, cette brochure renferme une foule de renseignements biologiques sur 20 espèces d'oiseaux qui occupent les nichoirs. Les dimensions spécifiques à chaque oiseau nicheur sont données ainsi que plusieurs trucs pour attirer et inciter les oiseaux à nicher.

Nous ne pouvons que souhaiter une diffusion très large de cette brochure qui servira de réponse aux nombreuses questions que se posent les amis de la nature sur la nidification des oiseaux.

J.-M. PERRON

Département de biologie
Université Laval, Québec

BAUM, B. R., 1977. **Oats: wild and cultivated.** A monograph of the genus *Avena* L. *(Poaceae)*. Institut de recherches biosystématiques, Ministère de l'agriculture du Canada, Ottawa, Monographie no 14, 463 p., 331 fig., 17 tab. 16 × 23,5 cm. Relié, $17,50 au Canada, $21,00 à l'étranger. Disponible à l'adresse suivante: Approvisionnements et services Canada, Imprimerie et édition, Hull, Québec, K1A 0S9. No cat. A54-3-14.

La publication d'une monographie est un événement que les taxonomistes saluent toujours avec joie; la complexité de la nature, où les phénomènes de microévolution et de spéciation modèlent certains groupes végétaux en séries de taxons voisins et de formes affines nécessite des recherches approfondies que tous n'ont pas la possibilité d'entreprendre. L'équipe constituée à Ottawa, sous la direction du Dr Rajhathy, pour l'étude du genre *Avena, est une heureuse* initiative dans ce sens, et c'est dans ce cadre qu'a été produite la monographie de B. Baum.

L'ouvrage se divise en trois grandes parties: la première, générale, résume nos connaissances actuelles sur les avoines, explique le concept d'espèce utilisé dans le travail, traite (par les méthodes mathématiques) de la classification et de l'évolution des avoines, etc. Elle se termine par un examen des caractères permettant le mieux de distinguer les espèces du genre *Avena* et par sept clés d'identification.

Dans la deuxième partie du volume, les espèces (et quelques hybrides) sont reprises une à une pour une étude systématique approfondie comprenant la synonymie, une description complète, la distribution, la phénologie, l'habitat, le mode de dispersion, une liste de spécimens d'herbier typiques, sans oublier des notes sur la nomenclature (il y en a 162 pou *A. sativa* !). Le tout s'accompagne de photographies, généralement de bonne qualité, et de cartes de répartition géographique. Cette deuxième section, la plus importante du volume, s'appuie sur l'examen préalable d'une quantité impressionnante de spécimens (plus de 12 000) des principaux herbiers du monde et sur l'observation d'avoines vivantes (plus de 10 000) provenant de banques ou étudiées *in situ* dans leur territoire d'origine. C'est là, à mon sens, un des plus grands mérites de ce travail, et la garantie de son sérieux.

La troisième partie consiste en un index de toutes les épithètes qui ont été publiées sous les noms génériques d'*Avena*, d'*Avenula*, d'*Avenastrum*, d'*Avenochloa*, de *Danthoniastrum*, d'*Helictotrichon* et sert en même temps d'index des synonymes.

Quelques points du travail, en particulier dans les chapitres portant sur le concept d'espèce, la classification et l'évolution, peuvent prêter à controverse mais cela n'enlève rien à la valeur de l'ouvrage; d'autres points cependant me paraissent à améliorer: on pourrait souhaiter, par exemple, la présentation de bons dessins pour illustrer les plantes entières, ou des détails...; de la même façon, des figures montrant, côte à côte, les différents types de lodicules, d'épiblastes, d'extrémités des lemmas (l'auteur en fait largement usage) auraient été fort bienvenues. Un

court index des espèces étudiées dans la partie systématique serait utile, même si on peut toujours se reporter à la table des matières, où elles ne sont toutefois pas classées par ordre alphabétique. Les synonymes indiqués dans la compilation finale de toutes les espèces décrites sous le genre *Avena* et ses semblables ne me paraissent pas toujours exacts, du moins en ce qui concerne les avoines vivaces (les seules que je connaisse bien!)... *Avena cantabrica* Lag. et *Helictotrichon heldreichii* Parl. ne sont pas du tout la même plante que *H. filifolium* (Lag.) Henr.; de même, *A. levis* Hack. n'est pas réductible à *H. pratense* (L.) Pilger, etc.

Disons un mot des clés, pour terminer. Elles semblent bien faites et conduisent aux identifications désirées, si on recourt constamment aux descriptions pour les nuancer et les compléter dans ce qu'elles omettent de dire, et si on sait éviter, d'autre part, en changeant de clé (il y en a sept) les caractères peu sûrs pour l'identification des avoines (forme de la ligule) ou plus ou moins utilisables en herbier (caractères de port, de hauteur des plantes, de teinte des feuilles, etc.).

Le volume reste dans l'ensemble une œuvre extrêmement précieuse pour tous les agrostologues; si on y décèle, peut-être, une certaine tendance à régler les problèmes d'une manière un peu trop mécanique, ou même catégorique, il ne faut en accuser, je pense, que la nécessité d'une certaine discipline et d'un certain automatisme que l'auteur a dû mettre au point pour parvenir à unifier la masse des données qu'il a mises à jour. Comme il est dit dans l'épigraphe, «Synthesis at any level is much more difficult than analysis".

Camille GERVAIS

Service de la recherche en défense des cultures, Québec

Vente à prix réduit
de collections d'anciens volumes du
NATURALISTE CANADIEN

Les Presses de l'Université Laval sont dans l'obligation de libérer leurs entrepôts de certains surplus de revues. La direction du *Naturaliste canadien* met donc en vente, à prix réduits, des collections d'anciens volumes de la revue, durant une courte période, au tarif suivant:

Volume 60 (1933) à 92 (1965), $8.00 le volume.

Volume 93 (1966) à 104 (1977), $10.00 le volume.

Le volume 101 (1974) est épuisé.

Trois collections d'anciens numéros de 1868 à 1891 (volumes 1 à 20), de la période de Provancher, et de 1894 à 1932 (volumes 21 à 59), de la période de Huard, sont disponibles. Prix sur demande.

Secrétariat de la rédaction
« Le Naturaliste canadien »
Université Laval
Québec. G1K 7P4

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 | Juillet-août 1978 | Numéro 4

SOMMAIRE

MAIRE, Alain, Claude TESSIER et Luce PICARD. Analyse écologique des populations larvaires de moustiques (Diptera:Culicidae) des zones riveraines du fleuve Saint-Laurent, Québec 225-241

LEGENDRE, Louis et Yvan SIMARD. Dynamique estivale du phytoplancton dans l'estuaire de la baie de Rupert (baie de James) 243-258

CESCAS, M. P. Table interprétative de la mesure du pH des sols du Québec par quatre méthodes différentes 259-263

LÉTOURNEAU, L. et M. P. CESCAS. Chimie des résidus de l'arsenic appliqué à des vergers du Québec 265-276

BRETON-PROVENCHER, M. et A. CARDINAL. Les algues marines benthiques des baies de James et d'Hudson: état actuel des connaissances et nouvelles données sur les parties méridionales de ces régions 277-284

BEAUDRY, Jean R. Études sur les *Solidago* L. XII. Hybridation entre deux espèces sympatriques, *S. purshii* et *S. rugosa* 285-290

MULLIGAN, Gerald A. and Bonny E. JUNKINS. The taxonomic rank of Rydberg's poison ivy 291-293

COMMUNICATION BRÈVES:

KOTT, Edward. A report of the blueback herring *(Alosa aestivalis)* from Prince Edward Island 295-296

MULLIGAN, Gerald A. *Barbarea stricta* Andrz., a new introduction to Québec 297-298

REVUE DES LIVRES 299-300

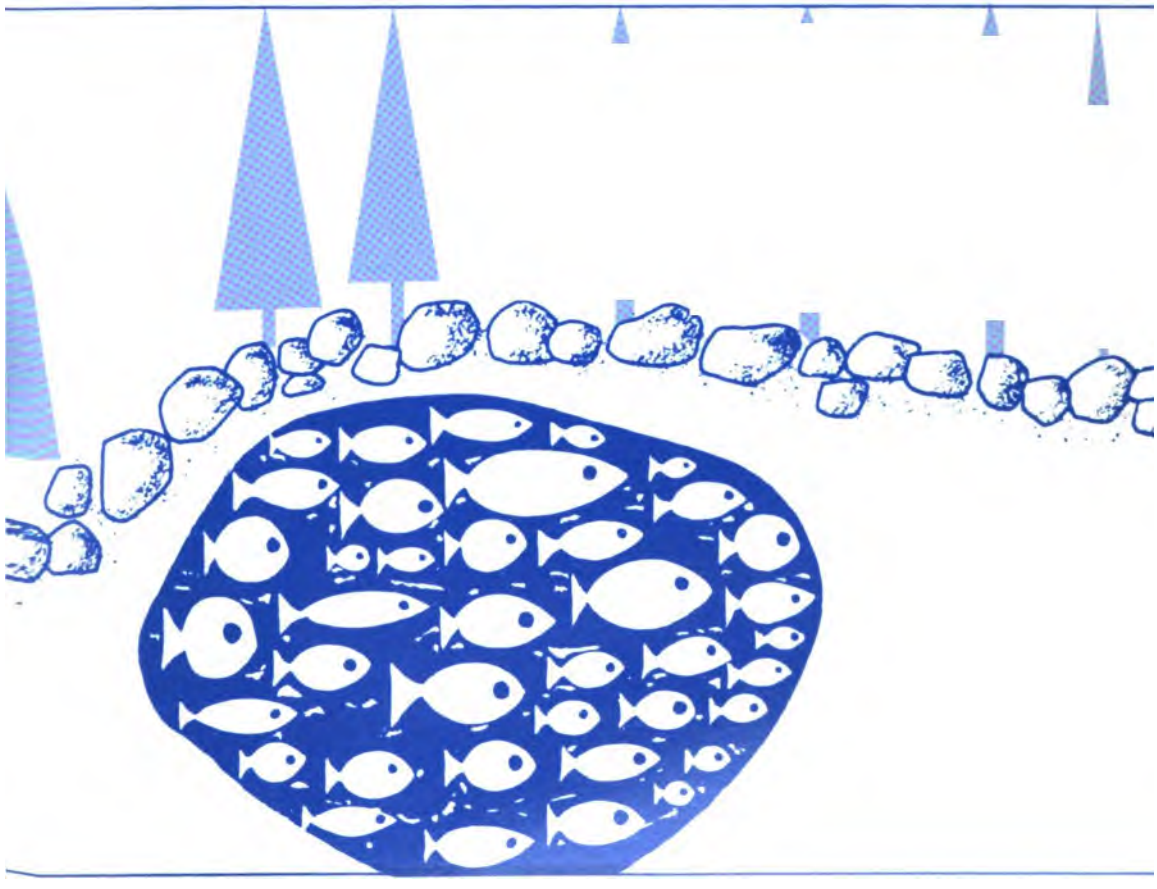
Museum
285
.105
0.5

Volume 105,
numéro 5,
septembre-octobre 1978

Museum
Library

e naturaliste canadien

revue d'écologie et de systématique



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR
G.-WILFRID CORRIVAULT

DIRECTEUR-ADJOINT
MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION
PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*
RENÉ BÉIQUE, *Direction générale de la conservation, Ministère des terres et forêts, Québec*
JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie et du commerce, Québec*
BERNARD BERNIER, *Université Laval*
PAUL BERTHET, *Faculté des sciences de Lyon*
PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*
MICHEL DELSOL, *Faculté catholique de Lyon*
LLOYD M. DICKIE, *Institut d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*
ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*
PAUL GERVAIS, *Université Laval*
ROGER HEIM, *Muséum national d'histoire naturelle de Paris*
WILLIAM S. HOAR, *Université de la Colombie-Britannique*
ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*
VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*
ERNEST LEPAGE, *Saint-Simon, Rimouski*
TREVOR PLATT, *Laboratoire d'écologie marine, Institut océanographique de Bedford, Dartmouth, N. E.*
GASTON MOISAN, *Service de la faune du Québec*
W.E. RICKER, *Office des recherches sur les pêcheries du Canada*
D. M. ROSS, *Université d'Alberta*
HENRI TINTANT, *Faculté des sciences de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction):

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec G1K 7R4

Abonnement annuel

personnel: $17.00 — collectif: $34.00 (multi-user) — le numéro: $4.00
Étranger: $19.00 — numéros spéciaux: $10.00

Publication bimestrielle de l'Université Laval, LE NATURALISTE CANADIEN accepte des **articles inédits**, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée (agronomique, forestière), de la systématique, de la morphologie ou des sciences de la terre.

De brèves **communications scientifiques** seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas excéder 1,500 mots, titre et bibliographie compris.

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétariat de la rédaction,** LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Québec G1K 7P4, Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Conseil national de recherches du Canada et du Ministère de l'éducation du Québec.

Répertorié dans Current Contents, Biological Abstracts et Périodex.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768

Dépôt légal — Troisième trimestre 1978. Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 Septembre-octobre 1978 Numéro 5

QUELQUES ASPECTS DE LA BIOLOGIE DU MÉNÉ À NAGEOIRES ROUGES *NOTROPIS CORNUTUS* (MITCHILL) D'UN LAC DES LAURENTIDES AU QUÉBEC

Gladys PAGÉ et Étienne MAGNIN

Département des sciences biologiques, Université de Montréal, Case postale 6128, Succursale «A» Montréal, H3C 3J7

Résumé

La croissance en longueur du méné à nageoires rouges *Notropis cornutus* (Mitchill) a été étudiée à l'aide de deux méthodes: l'analyse graphique de la distribution de fréquences des longueurs et la lecture de l'âge sur les écailles. À cinq ans, les mâles mesurent en moyenne 93 mm et pèsent 8 g; les femelles mesurent 75 mm et pèsent 3,5 g. Leur taux de croissance est faible par rapport à ceux observés en Ontario et aux États-Unis. Ce poisson atteint la maturité sexuelle à trois ans. Il fraie à la fin du mois de mai ou au début de juin. Une femelle peut pondre de 100 à 350 œufs. Les marquages ont permis d'estimer la population du lac Cromwell à 8 000 individus âgés de deux ans et plus et de montrer que les ménés ont tendance à se regrouper à l'entrée des deux principaux tributaires du lac.

Abstract

The growth of the common shiner *Notropis cornutus* (Mitchill) has been studied by two methods: a graphical analysis of polymodal frequency distributions of fish lengths and annuli formation on scales. The five year old males measure 93 mm and weigh 8 g; the females of the same age measure 75 mm and weigh 3,5 g. These cyprinids have a lower growth rate than those found in Ontario and the United States. They are sexually mature at three years of age. The spawning occurs near the end of May or the beginning of June. A female produces between 100 and 350 eggs. Marking experiments have shown that the number of individuals aged two years and over is approximately 8 000, and that they have a tendency to remain close to the two main tributaries of the lake.

Introduction

Bien qu'il soit répandu dans tout l'est des États-Unis et du Canada, très peu d'auteurs ont étudié le méné à nageoires rouges *Notropis cornutus* (Mitchill): Ball (1937), Ryer (1938), Raney (1940), Fee (1965) et Sheppard (1969). Au Québec, qui constitue la partie nord de son aire de distribution, il n'a jamais fait l'objet de recherches. Nous nous proposons de décrire dans cet article quelques aspects de la biologie des ménés à nageoires rouges d'un lac des Laurentides: croissance en longueur et en masse, reproduction, densité de peuplement et déplacements.

Matériel et méthodes

Le lac Cromwell, dont les coordonnées sont 45°49′ N et 74°00′ O, se trouve à une altitude de 335 mètres. Il a une

superficie de 90 ha, une profondeur maximale de 9 mètres et une profondeur moyenne de 3 mètres. Il possède quatre tributaires. Le fond du lac est vaseux. Neuf espèces de poissons vivent dans le lac: l'anguille d'Amérique *Anguilla rostrata*, le crapet-soleil *Lepomis gibbosus*, l'omble de fontaine *Salvelinus fontinalis*, le meunier noir *Catostomus commersoni*, le mulet à cornes *Semotilus atromaculatus*, la tête de boule *Pimephales promelas*, le bec-de-lièvre *Exoglossum maxillingua*, l'hybride *Phoximus eos* × *Phoxinus neogaeus* et enfin le méné à nageoires rouges *Notropis cornutus*.

La croissance en longueur a été étudiée d'abord par une analyse de la distribution des longueurs (Harding, 1949; Cassie, 1954). Il s'agit de décomposer un histogramme des longueurs de poissons en plusieurs distributions normales, chacune représentant une proportion d'individus d'un âge donné. Pour cette analyse, 2 317 spécimens recueillis entre le 20 mai et le 20 juin 1975 furent utilisés. Ces spécimens ayant été recueillis durant la période de fraie, il était facile de distinguer les mâles des femelles par simple examen externe.

La deuxième méthode a consisté à faire la lecture de l'âge sur les écailles. Nous avons utilisé pour cela 76 poissons pris le 21 septembre 1974. Le sexe était alors déterminé par un examen des gonades à l'aide d'une loupe binoculaire. Nous avons calculé la relation donnant la longueur totale du poisson (LT) en fonction du rayon de l'écaille (R):

$$\log LT = \log 0{,}4215 + 0{,}80 \log R.$$

Nous avons comparé ensuite, par un test de t, les longueurs moyennes atteintes par les mâles et les femelles à chaque groupe d'âge. Pour décrire mathématiquement les variations de la longueur en fonction de l'âge, nous avons enfin *calculé l'équation de* von Bertalanffy.

La croissance en masse a été estimée à partir de la croissance en longueur étudiée à l'aide des écailles. Nous avons calculé les droites de régression exprimant le logarithme de la masse M en fonction du logarithme de la longueur totale LT par la méthode des moindres carrés. Trois échantillons furent utilisés: un de 243 mâles et un de 128 femelles recueillis au cours de l'été, et un autre de 98 juvéniles pris le 26 juin 1975 au moyen d'une seine.

L'étude de la reproduction a porté d'abord sur l'observation du méné à nageoires rouges sur une frayère. Pour estimer la fécondité, nous n'avons dénombré comme Staples (1975) que les œufs les plus gros qui seront déposés à la prochaine fraie. Le rapport gonadosomatique a été calculé à partir de 126 ovaires de poissons capturés de mai à septembre. Nous avons établi l'âge de la maturité sexuelle et le rapport des sexes à l'aide de 1501 individus pris entre le 20 et le 29 mai 1975.

La densité de peuplement a été estimée à partir des données de marquages. Les poissons étaient capturés dans 15 nasses de mailles de 0,5 cm, disposées tout autour du lac et permettant de prendre des poissons mesurant 50 mm ou plus. Ils étaient marqués par l'ablation d'une, deux ou trois nageoires suivant un type bien défini pour chacune des quatre sections du lac. La densité de peuplement N était calculée d'après les formules suivantes:

$N = \Sigma C_t m_t / \Sigma r_t$ Schnabel (1938)

$N = \Sigma C_t m^2 / \Sigma m_t r_t$ Schumacher et Eschmeyer (1943)

où C_t représente le nombre total d'individus capturés au jour t, m_t le nombre d'individus marqués et présents dans le milieu au début du jour t et r_t le nombre d'individus marqués capturés au jour t (tableau I).

TABLEAU I

Paramètres permettant d'estimer la densité de peuplement des individus de 2 ans et plus au lac Cromwell à partir des données de marquage et de recapture.

Date mai 1975	*Jours*	*Décès*	C_t	m_t	r_t
20	0	0	277	0	0
21	1	0	337	277	18
22	2	0	364	596	21
23	3	0	94	939	13
26	6	0	100	1 020	10
27	7	3	158	1 120	32
28	8	0	209	1 275	24
29	9	1	195	1 484	37

C_t nombre d'individus capturés;
m_t nombre d'individus marqués et présents au début du jour t;
r_t nombre d'individus marqués recapturés au jour t.

Résultats

CROISSANCE EN LONGUEUR

L'analyse graphique des distributions de fréquence des longueurs des ménés à nageoires rouges est résumée au tableau II. Cinq des six échantillons de poissons recueillis en mai-juin 1975 comprennent chacun cinq distributions normales et un seul en comprend six. La première distribution correspond dans tous les cas au même groupe de poissons (groupe 1) dont la longueur moyenne varie de 64 à 70 mm chez les mâles et de 55 à 60 mm chez les femelles. Dans le deuxième groupe les mâles mesurent de 70 à 79 mm et les femelles de 62 à 66 mm. Dans le troisième groupe, les mâles ont en moyenne 80 à 89 mm et les femelles 69 à 70 mm.

TABLEAU II

Analyse de la distribution des longueurs de 7 échantillons de *Notropis cornutus*

		Mâles				*Femelles*		
Groupes		20-23 mai	2-5 juin	9-11 juin	21 sept.	20-23 mai	2-4 juin	16-20 juin
	μ	64,60	64,00	65,30	70,20	54,90	55,40	60,00
1	σ	1,67	1,08	1,64	2,10	1,51	1,26	1,50
	%	1,00	4,00	4,00	25,00	2,50	4,50	5,00
	μ	70,00	73,30	77,90	79,40	62,30	62,60	65,60
2	σ	2,23	2,39	3,52	1,42	2,61	3,06	2,26
	%	6,00	26,00	42,00	25,00	35,50	45,00	37,00
	μ	80,00	82,50	88,50	89,00	68,80	68,80	70,30
3	σ	5,11	3,49	4,50	3,49	2,18	2,96	2,02
	%	53,00	39,00	39,00	40,00	37,00	38,00	32,00
	μ	92,00	93,00	101,20		74,50	75,50	75,50
4	σ	5,24	4,60	5,43		2,47	2,47	1,72
	%	30,00	22,00	9,00		19,00	7,50	20,00
	μ	105,80	103,80	117,00		81,40	80,50	81,50
5	σ	4,52	4,78	3,98		2,61	2,42	2,37
	%	6,00	7,50	5,00		5,70	4,90	5,50
	μ	117,00						
6	σ	4,28						
	%	3,28						
	N	611	267	111	60	421	695	212

μ, longueur moyenne en mm, pour chaque groupe de poissons.
σ, écart-type de la moyenne en mm.
%, pourcentage des spécimens appartenant à un groupe par rapport au nombre total pour chacun des échantillons examinés.
N, nombre de spécimens dans chaque échantillon.

Dans les quatrième et cinquième groupes on a respectivement 92 à 101 mm et 106 à 117 mm pour les mâles et 75 à 76 mm et 81,5 mm pour les femelles.

La lecture d'âge sur les écailles nous a permis d'estimer les longueurs moyennes qu'ont les ménés à nageoires rouges mâles au moment de la formation des 5 premiers annuli, soit 36, 54, 68, 82 et 93 mm. Pour les femelles, nous n'avons pu estimer les longueurs que pour les quatre premières années, soit 33, 49, 60 et 68 mm. À partir du groupe d'âge II, il y a une différence significative entre les longueurs des mâles et celles des femelles comme le montre le test de t sur les valeurs moyennes.

Les longueurs moyennes rétrocalculées ont permis de calculer les paramètres d'une équation de von Bertalanffy pour les mâles:

$$LT = 159\,[\,1 - e^{0.15(t + 0.67)}\,]$$

et une pour les femelles:

$$LT = 89\,[\,1 - e^{0.33(t + 0.42)}\,]$$

Ces équations décrivent très bien la croissance en longueur autant des mâles que des femelles. Les longueurs estimées aux divers groupes d'âge sont en effet semblables à celles obtenues par la lecture d'âge sur les écailles comme on peut voir sur la figure 1. Elles montrent de plus que les mâles pourraient atteindre une longueur maximale (159 mm) presque deux fois plus forte que celle des femelles (89 mm).

La figure 1 illustre aussi la correspondance étroite entre les résultats obtenus par l'analyse de la distribution des longueurs et par la lecture de l'âge sur les écailles. On peut constater que les longueurs aux différents groupes d'âge estimées par les deux méthodes sont très proches. La seule exception pour le groupe d'âge II est attribuable au fait *que les paramètres de* la première distribution normale sont généralement faussés car l'engin de pêche utilisé a tendance à tronquer l'histogramme des longueurs du côté des valeurs les plus basses, ce qui entraîne une surestimation de la longueur moyenne du premier groupe et une sous-estimation de la valeur de l'écart-type correspondant (Cassie, 1954).

CROISSANCE EN MASSE

Nous avons calculé la relation masse-longueur séparément pour les juvéniles, les mâles adultes et les femelles adultes. Pour les juvéniles, nous avons obtenu l'équation suivante:

$$\log M = -5{,}016 + 2{,}95 \log LT \quad (r = 0{,}95)$$

dans laquelle 2,95 ne diffère pas significativement de 3. Les équations correspondantes pour les mâles adultes

$$\log M = -5{,}794 + 3{,}40 \log LT \quad (r = 0{,}98)$$

et les femelles adultes

$$\log M = -5{,}115 + 3{,}02 \log LT \quad (r = 0{,}96)$$

diffèrent de pente et de position à un seuil de probabilité de 0,05 et les pentes des deux droites diffèrent aussi significativement de 3. Biologiquement cela signifie que les ménés à nageoires rouges du lac Cromwell deviennent plus trapus en grandissant et que ce phénomène est plus accentué chez les mâles que chez les femelles.

Les masses calculées à partir des longueurs aux différents âges donnent les résultats suivants pour les mâles: 0,3 g à 1 an, 1,2 g à 2 ans, 2,7 g à 3 ans, 5,2 g à 4 ans et 7,9 g à 5 ans. Chez les femelles on obtient: 0,3 g à 1 an, 1,0 g à 2 ans, 1,8 g à 3 ans et 2,6 g à 4 ans. Comme pour la croissance en longueur, la croissance en masse des femelles est significativement différente de celle des mâles à partir de la deuxième année qui est l'âge de la maturité sexuelle pour une partie de la population. Cette différence va en s'accentuant avec l'âge: à

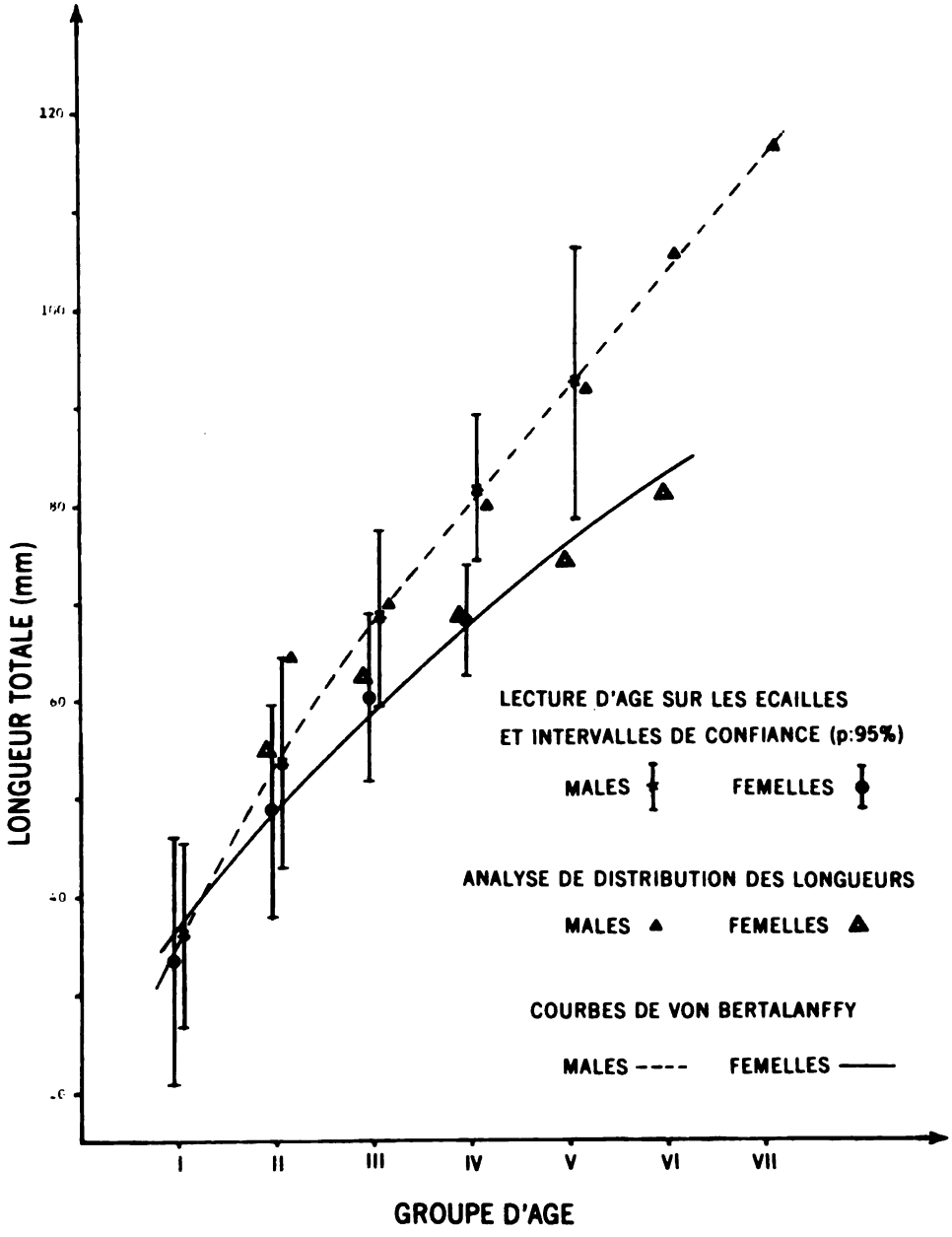


Figure 1. Croissance en longueur des *Notropis cornutus* mâles et femelles du lac Cromwell.

4 ans les mâles sont presque deux fois plus lourds que les femelles.

REPRODUCTION

Nous avons observé une frayère au printemps 1975 au lac *Cromwell*. Elle se situait dans un ruisseau au nord-ouest du lac. La frayère est en tous points semblable à celle décrite par Raney (1940). Une migration du lac à cette frayère a été observée au printemps 1975.

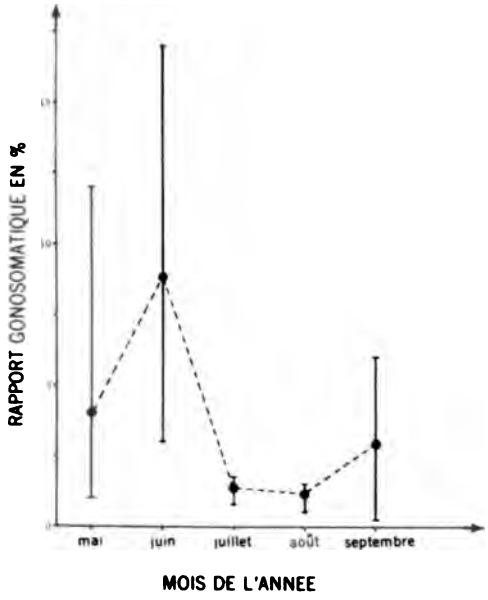


Figure 2. Rapport gonadosomatique en % des femelles *Notropis cornutus* du lac Cromwell. Les extrémités des lignes verticales représentent les valeurs extrêmes observées chaque mois. N = 128.

Le rapport gonadosomatique moyen des femelles qui ont atteint la maturité sexuelle est maximum au début de juin (8,92%) comme le montre la figure 2. Il baisse ensuite en juillet et atteint son minimum au mois d'août (1,21%). Il remonte ensuite en septembre (2,90%). Les grandes variations dans le rapport gonadosomatique des femelles en mai et juin peuvent s'expliquer par les grandes différences individuelles dans l'état de maturité des œufs.

Le nombre d'œufs (No) varie entre 100 et 336 pour les femelles mesurant entre 50 et 76 mm. Il peut s'estimer à partir de la masse M du poisson à l'aide de la relation arithmétique.

$$No = 35 + 70\,M \quad (r = 0{,}8636)$$

La majorité des femelles atteignaient la maturité sexuelle à des longueurs de 55 à 60 mm et la majorité des mâles à les longueurs de 65 à 70 mm, ce qui correspond pour les deux sexes à l'âge de 3 ans (Pagé, 1978). Le rapport des sexes des ménés ayant atteint la maturité sexuelle est de 57,37%. Un test de Chi carré montre cependant que ce rapport n'est pas différent de 50%.

DENSITÉ DE PEUPLEMENT

L'estimation de la population obtenue par la méthode de Schnabel est de 7957 individus, avec un intervalle de confiance (95%) de 6 687 à 9 823. Celle obtenue par la méthode de Schumacher et Eschmeyer est de 8 120 individus avec un intervalle de confiance (95%) de 7 267 à 9 200. La bonne correspondance de ces deux méthodes nous permet d'évaluer à environ 8 000 la population de ménés à nageoires rouges de plus de 50 mm (2 ans et plus), ce qui représente une densité de peuplement de 890 individus à l'hectare.

Discussion

Le taux de croissance est plus faible au lac Cromwell que dans les autres milieux étudiés en Amérique du Nord mais la longévité y est plus forte (fig. 3). La différence de longueur entre les mâles et les femelles du même âge est observée partout et, dans tous les cas, cette différence s'accentue avec l'âge. Sheppard (1969) a aussi observé que cette différence était significative à partir de la deuxième année de croissance.

À notre connaissance, nous sommes les seuls à avoir calculé la croissance en masse et le rapport gonadosomatique.

La taille à la maturité sexuelle des ménés du lac Cromwell est sensiblement la même que celle rapportée par Ryer (1938) pour l'État de New York. Ryer (1938) obtient aussi un rapport d'un mâle par femelle dans l'État de New York tandis que Sheppard (1969) a montré qu'en Ontario, il y a prédomi-

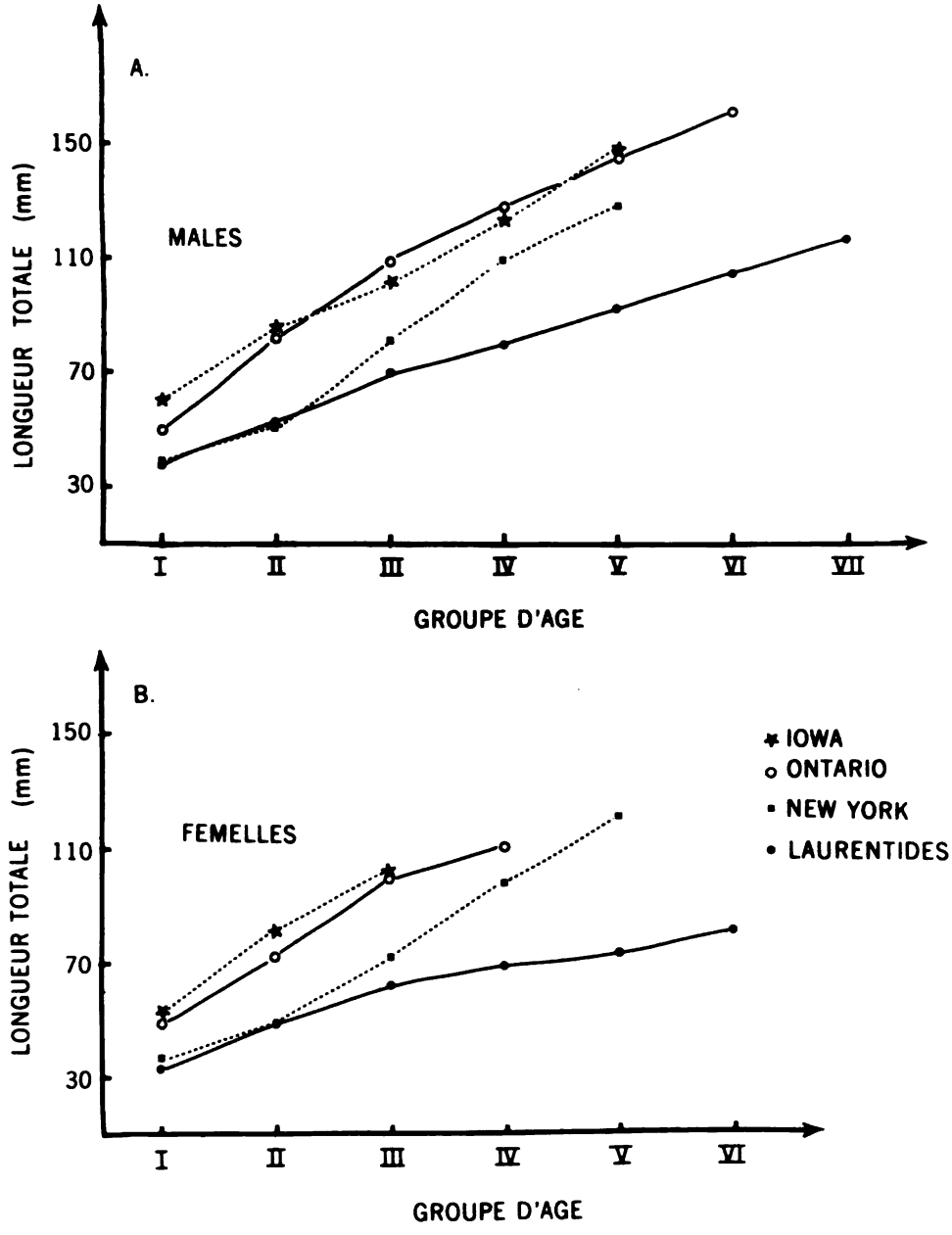


Figure 3. Croissance en longueur des ménés à nageoires rouges dans différentes régions: Iowa (Fee, 1965), Ontario (Sheppard, 1969), New York (Ryer, 1938) et Laurentides (nos données).

nance des mâles pour le groupe d'âge I et que c'est à partir de la troisième année que le rapport des sexes est voisin de l'unité.

Il n'existe, à notre connaissance, aucune étude sur la densité de peuplement des ménés à nageoires rouges dans d'autres milieux.

Remerciements

Nous désirons remercier MM. Paul Liboiron, Richard Laparé et René Tridémy pour leur participation aux pêches et aux marquages.

References

BALL, R. C., 1937. A seasonal study of the food of the common shiner, *Notropis cornutus* (Mitchill). — M. Sc. Thesis, Ohio State University, 27 p.

CASSIE, R. M., 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. — Aust. J. mar. Freshwat. Res., 5: 513-522.

FEE, E., 1965. Life history of the northern common shiner *Notropis cornutus frontalis*, in Boone County, Iowa. — Proc. Iowa Acad. Sci., 72: 272-281.

HARDING, J. P., 1949. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. — J. mar. biol. Ass. U. K., 28: 141-153.

PAGÉ, G., 1978. Croissance, reproduction et densité de peuplement du méné à nageoires rouges *Notropis cornutus* (Mitchill) dans le lac Cromwell (Laurentides, Québec). — Mémoire de maîtrise, Univ. de Montréal, 77 p.

RANEY, E. C., 1940. The breeding behavior of the common shiner *Notropis cornutus* (Mitchill). — Zoologica, 25 (1): 1-14.

RYER, R. III. 1938. Contribution to the life history of *Notropis cornutus* (Mitchill). — M. Sc. Thesis, Cornell Univ., Ithaca, N. Y. 41 p.

SCHNABEL, Z. E., 1938. The estimation of the total fish population of a lake. — Am. math. Mon., 45 (6): 348-352.

SHEPPARD, R. D. MS., 1969. Some aspects of the life histories of the golden shiner *Notemigonus chrysoleucas* (Mitchill) and the common shiner *Notropis cornutus* (Mitchill) in Eastern Ontario with particular reference to growth. — M. Sc. Thesis, Queen's Univ., Kingston, Ontario, 324 p.

SCHUMACHER, F. W. and R. W. ESCHMEYER, 1943. The estimate of fish population in lakes and ponds. — J. Tenn. Acad. Sci., 18: 228-249.

STAPLES, D. J., 1975. Production biology of the upland bully *Philypnodon breviceps* Stokell in a small New Zealand lake. I. Life history, food, feeding and activity rhythms. — J. Fish. Biol., 7: 1-24.

laturaliste can., 105: 309-321 (1978)

HABITAT UTILIZATION BY FERAL HORSES IN WESTERN ALBERTA

R. E. SALTER and R. J. HUDSON

Department of Animal Science, University of Alberta, Edmonton, Alberta, T6G 2E3

Résumé

La sélection saisonnière de l'habitat par des chevaux sauvages a été étudiée en relation avec la disponibilité et les caractéristiques de l'habitat dans les contreforts du centre-ouest de l'Alberta en 1976. De grandes parcelles-échantillons provisoires ont été examinées pour déceler des signes de présence de chevaux à 493 endroits pendant la période janvier-mars et à 490 endroits pendant la période juillet-août. Les données sur le régime alimentaire (à partir de l'analyse de fragments végétaux dans les fèces) et 546 observations de bandes de chevaux ont fourni des renseignements supplémentaires sur l'utilisation de l'habitat. Dix-sept types d'habitat furent établis à l'aide de l'analyse de groupe *(cluster analysis)*. Presque tous les habitats sont utilisés au cours de l'année. À la fin de l'hiver, la distribution des chevaux est reliée à la structure de la végétation et à la neige, reflétant vraisemblablement une sélection de l'habitat en fonction de la disponibilité de la nourriture. Au printemps, il y a une tendance marquée vers une plus grande utilisation des prés et une utilisation moindre des habitats forestiers; la distribution durant cette période est surtout reliée au stade de croissance du fourrage. Il y a une diminution dans le temps consacré à se nourrir dans les milieux ouverts durant l'été, mais une bonne partie de la nourriture est toujours prise dans les prés et les habitats couverts d'arbustes. Les habitats ouverts et les habitats forestiers sont tous deux utilisés en automne et au début de l'hiver.

Abstract

Seasonal habitat selection by feral horses was studied in relation to habitat availability and individual features of habitat in the foothills of west-central Alberta during 1976. Temporary macroplots were examined for horse sign at 493 locations during January-March and at 490 locations during July-August. Dietary data (from fecal fragments analysis) and 546 herd sightings provided supplementary information on habitat use behaviour. Seventeen habitat types were delineated using cluster analysis. Horses made at least some use of nearly all habitats on a year-long basis. Distribution during late winter was related to structural features of the vegetation and snow cover, likely reflecting habitat selection on the basis of forage availability. In spring there was a distinct tendency toward greater use of meadow areas and decreased use of forested habitats; distribution during this period was related primarily to stage of forage growth. There was a decrease in diurnal feeding time in open areas during summer but much of the diet continued to be obtained from meadow and shrub habitats. Both open and forested habitats were used during fall and early winter.

Introduction

Within their present North American range, feral horses exploit a wide spectrum of habitats including desert grassland (Hansen, 1976), semi-desert (Feist and McCullough, 1976), mixed mountain shrub and pinyon-juniper woodland (Hubbard and Hansen, 1976), sand-dune grassland (Welsh, 1975) and coniferous forest-meadow complexes (Storrar *et al.*, 1977). However, little is known regarding habitat utilization or selection within

these broad types. Welsh (1975) provided some indication of factors influencing the use of various plant communities on Sable Island and Hubbard and Hansen (1976) briefly mentioned the relative abundance of horses in three vegetation zones in the Piceance Basin of Colorado. The study in central British Columbia reported by Storrar *et al.* (1977) appears to be the first attempt to relate distribution to features of habitat.

The approach adopted in many studies on habitat utilization has been to classify a given area into a number of habitat or vegetation types and then to describe animal distribution within these types, either by direct census or by counts of sign left by the animal. Other studies have attempted to define specific features of the environment that might influence animal distribution. In this paper habitat utilization by feral horses in western Alberta is described both in terms of available habitat types and of specific features of habitat, based on quantitative analyses of sign within plots, on data from animal sightings, and on indirect evidence from food habits.

Materials and methods

STUDY AREA

The study was conducted in the foothills of the Rocky Mountains west of Sundre, Alberta (Fig. 1). This region supports what is probably the largest population of feral horses in western Canada (Salter and Hudson, in press). Over 200 animals were individually identified on the basis of size, conformation and coloration on a 200 km^2 area during the study.

Long, parallel ridges oriented in a NW-SE direction and rising to 1900 m ASL were the predominant topographical eature of the area. These ridges were *rested primarily* by lodgepole pine *(Pinus contorta)* with a mosaic of meadow and shrub vegetation types covering the valley floors and south-facing slopes (Fig. 2). The successional stage of some of the vegetation had been altered by logging, grazing, seismic exploration and fire.

Climate of the area is classified as cool and subhumid. Snowfall averages about 220 cm annually (Environment Canada, 1973), but much of this is periodically removed by warm west winds (Chinooks).

HABITAT CLASSIFICATION

A reconnaissance method (Franklin *et al.*, 1970) was used to develop a habitat classification upon which subsequent distribution studies could be based. The field methodology described by Douglas (1974) was followed.

Sampling sites were selected with the aid of 1 :31 680 scale forest cover maps and 1 :21 120 scale aerial photographs. The objective was to obtain a representative sample of the major cover types. Homogeneous stands which were large enough to contain at least one circular plot (15 m diameter) were selected for sampling based on their gross structure and on the proximity of other similar stands. Crown cover of each vascular understory species within a 15 m diameter circular plot was recorded using the cover classes of Daubenmire (1959). Abundance of lichens and mosses was recorded using the same classes. Classification was achieved by numerical analysis of the original data from 152 vegetation plots.

Five plots representing clear-cut sites were considered to represent one habitat type and species composition values were tabulated by hand. The remaining sample was divided into 73 plots representing herbaceous and scrub communities and 74 plots representing forested communities. Separate but paral-

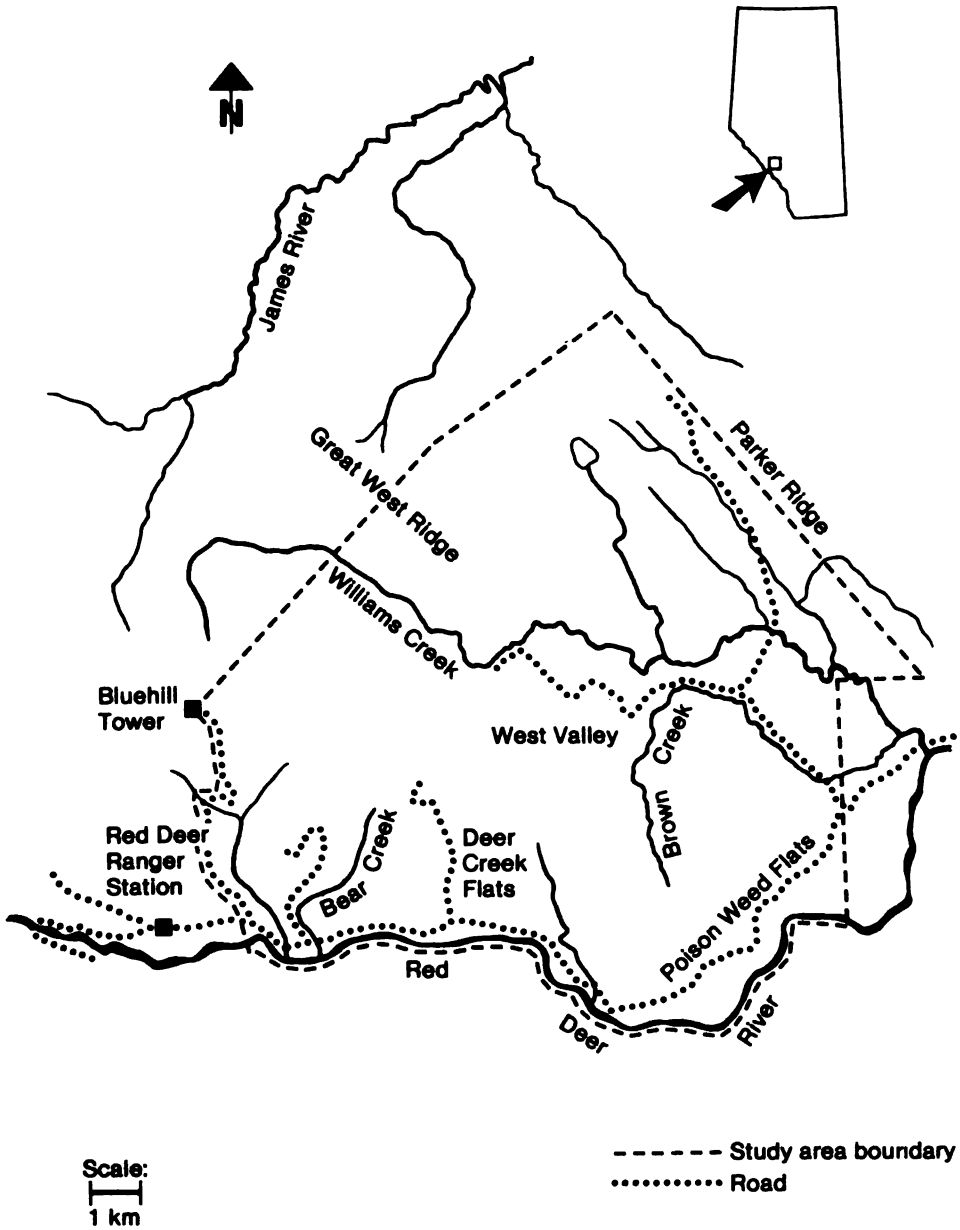


Figure 1. Map of study area showing location of boundaries, access routes and major geographical features. Insert shows the location of the study area in Alberta.

lel analyses were conducted on the two data sets. Cover values were used for caculating distance matrices. Hierarchical clustering was then performed using the criterion of least increase in the error sums of squares. The analysis was executed using the CLUSTAN IC package (Wishart, 1975).

Figure 2. Feral horse habitat in the Rocky Mountain foothills, western Alberta.

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF HABITAT UTILIZATION

Two areas considered representative of the 200 km² study area on the basis of vegetation and intensity of use were selected for intensive assessment of habitat utilization beginning in January 1976. The combined extent was 30 km², or approximately 15% of the total study area.

Habitat utilization by horses during winter was determined by quantifying sign (tracks, pellet groups, feeding sites) within 15 m diameter circular plots spaced at 100 m intervals along straight line transects. Starting points and directions of transects were selected to provide representative coverage of major habitat types. An approximately even distribution was obtained by dividing the two areas into a total of nine units, each of which was visited one day each month from January — March. In total, 493 plots were examined during this period. At least two days were allowed to elapse between the most recent snowfall and sampling.

To determine spring, summer and year-long use, total pellet group counts within 490 plots distributed in a similar manner were conducted between 15 July and 31 August. Horse pellet groups were aged as spring-type (amorphous, often bleached and insect riddled), fresh (moist, greenish), or unknown.

Each of the 983 plots was assigned to one of 17 habitat types delineated by cluster analysis. A series of environmental descriptors also was recorded at each location (Table III).

SUPPLEMENTARY DATA ON HABITAT UTILIZATION

Pellet group counts are widely used to determine numerical trends and distribution of herbivores, but their relationship to actual habitat use is usually unclear due to a lack of behavioural data (i.e., knowledge of the animal's activities within each habitat). This short-coming was recognized in the present study, and a body of data on observed habitat use behaviour was

ıloped to assist in interpretation of ›ellet group counts.

ehaviour of horses within habitat s was recorded during a total of 546 sightings during 298 h of observa- ;. Records of specific activities were ined by scan sampling at regular in- ıls (usually 5 min). An attempt was e to distribute observational effort dawn to dusk. Only limited infor- on on activities at night was ıcted.

ıantitative assessment of food habits made by identification of plant frag- ts in fecal samples. Fifty samples of ı horse feces were collected during last three weeks of each month. ' were combined on an equal weight ; into monthly composite samples. ysis was conducted by the Composi- Analysis Laboratory, Colorado State ersity. The technique provides re- which approximate the relative weights of food categories in the (Todd and Hansen, 1973). This ıct of the study will be published in il elsewhere (Salter and Hudson, in s).

ANALYSIS

ıvironmental descriptors recorded ›njunction with examination of plots ıorse pellet groups and sign pro- ɪ 490 records of independent varia- describing spring and year-long ibution and 493 records of variables :ribing late winter distribution. The ›ndent variable was expressed in s of presence/absence of sign for ›oses of analysis to minimize biases ciated with differential obliteration gn.

ccurrences of winter sign, spring ıt groups and total pellet groups ı tabulated on the basis of habitat . Expected distributions were deter- ›d from *the relative availability* of each habitat and compared to observed distribution using chi-square. Habitat types contributing most to the tabulated X^2 values were assumed to be highly favored (positive) or avoided (negative).

Distributions of winter sign in relation to each of 15 independent variables and of spring pellet groups in relation to 21 independent variables were similarly evaluated using chi-square. Because the number of categories of each independent variable was small (≤ 9) it was possible to calculate confidence intervals on each category (Neu *et al.*, 1974) and thus determine the statistical significance of preference or avoidance.

Results and discussion

IDENTIFICATION OF BASIC HABITAT UNITS

Habitats in the area were classified into seven meadow/shrub types, nine forested types and one miscellaneous (disturbed) category (Table I). Details of the analysis are provided by Salter (1978).

CUMULATIVE USE

Horses made at least some use of nearly all habitats with pellet groups representing year-round deposition occurring on 85% of the plots examined during July-August. Pellet groups did not occur in any one habitat more frequently than expected but on the basis of total counts the dwarf birch thicket, mixed shrub meadow, dwarf birch meadow and black spruce woods types appeared to be most heavily utilized (Table II).

LATE WINTER USE (January-March)

Horses utilized a variety of habitats in late winter. Sign occurred on considerably fewer plots than expected only in dry pine woods and white spruce woods. Frequency of occurrence of sign within the other habitat types was about

TABLE I

Description of habitat types found within the study area

Habitat type and estimated extent (percent of area)	*Description*
MEADOW AND SHRUB TYPES:	
Dwarf birch meadow (4%)	Flat, wet meadows with a dense growth of sedges *(Carex spp.)* and an open, low (< 5 dm) scrub layer dominated by dwarf birch *(Betula glandulosa)*. Microtopography often hummocky.
Sedge meadow (< 1%)	Small, seasonally flooded meadows or patches within the above habitat, characterized by almost pure stands of sedges on a moss base, and by complete lack of shrubs.
Mixed shrub meadow (7%)	Rolling and gently sloping meadows often associated with dwarf birch meadows but drier and with greater grass cover; willows *(Salix spp.)* dominant or co-dominant in low, open scrub layer. Usually hummocky.
Willow thicket (2%)	Tall (8-15 dm), dense thickets of willows on dry, flat benches adjacent to streams or (patchily) within other meadow types.
Dry grassland (6%)	Warm south and southwest facing slopes (up to 50%) and dry flats. Major grasses bearded wheat grass *(Agropyron subsecundum)*, June grass *(Koeleria cristata)* and timber oat grass *(Danthonia intermedia)*.
Dwarf birch thicket (3%)	Dry, shrub covered flats and slopes of rolling meadows, characterized by a dense, relatively tall (to 15 dm) growth of dwarf birch.
Silver-berry thicket (< 1%)	Periodically flooded sand and gravel flats along the Red Deer River, with silver-berry *(Elaeagnus commutata)* to 15 dm.
FOREST TYPES:	
Mesic pine woods (< 1%)	Lodgepole pine dominated woodlands on moderate (0-20%) slopes of NE to SE aspect. Shrub understory sparse but dwarf shrub layer of bog cranberry *(Vaccinium vitis-idaea)*, Labrador tea *(Ledum groenlandicum)* well-developed.
Dry pine woods (17%)	Similar to mesic pine woods but drier, tending to occur more on westerly and southwesterly exposures, and with Labrador tea lacking or nearly so.
Black spruce woods (3%)	Mesic, dense woodlands typically dominated by black spruce *(Picea mariana)* but with white spruce *(P. glauca)* and lodgepole pine also present, occurring on west to northerly facing moderate slopes, and along the edges of some wet meadows.
White spruce woods (6%)	Woodlands co-dominated by white spruce and lodgepole pine, typically on flat to steep slopes (0-40%) of NW to easterly exposure. Deadfall moderate to heavy.
Poplar woods (4%)	Deciduous woodlands dominated by aspen poplar *(Populus tremuloides)* but also with balsam poplar *(P. balsamifera)* on dry, moderate to steep (10-50%) south and west facing slopes.
Mixed woods (15%)	Open canopy woodlands with a mixed lodgepole pine-aspen poplar-white spruce tree layer, on flat to slight (0-10%) slopes.
Alder thicket (30%)	Woodlands dominated by lodgepole pine and characterized by a dense (> 50%), tall (up to 25 + dm) shrub layer of green alder *(Alnus crispa)*. On slight to moderate slopes with south and western exposures.
Alpine fir woods (< 1%)	Mature woodlands dominated by alpine fir *(Abies lasiocarpa)*. but also with white spruce. A shaded, species poor habitat occurring only at the highest elevations, on 5-50% slopes of NE and easterly exposures. Deadfall moderate to dense.

TABLE I (continued)

Habitat type and estimated extent (percent of area)	*Description*
Forested watercourse (2%)	Wooded ravines and swales, primarily with white spruce tree cover but also including balsam poplar, aspen poplar and tree-sized willows.
DISTURBED SITES: (< 1%)	Includes logged areas and sites where original vegetation cover has been removed or disturbed by road building, seismic exploration, and well-site (natural gas) preparation.

TABLE II

Seasonal distribution of horse sign by habitat type

Habitat type[2]	*Percent of total sign*[1]						*Mean number all age pellet groups per plot*
	Winter sign (n = 185)		*Spring pellet groups (n = 132)*		*Any age pellet groups (n = 417)*		
Dwarf birch meadow	6,5	(5,3)	2,3	(2,4)	2,4	(2,4)	8,4
Mixed shrub meadow	11,4	(8,5)	**15,2+**	(6,3)	7,0	(6,3)	8,8
Willow thicket	3,8	(2,6)	0,0	(1,6)	1,0	(1,6)	2,8
Dry grassland	9,7	(7,5)	4,5	(4,1)	4,8	(4,1)	4,4
Dwarf birch thicket	4,3	(3,2)	**6,6+**	(2,2)	2,6	(2,2)	8,9
Mesic pine woods	0,5	(1,2)	...	...	...	...	...
Dry pine woods	**6,0-**	(14,4)	22,7	(20,4)	19,2	(20,4)	3,2
Black spruce woods	3,8	(3,0)	2,3	(2,4)	2,9	(2,4)	6,5
White spruce woods	**2,2-**	(7,1)	3,0	(4,3)	3,8	(4,3)	3,2
Poplar woods	**7,6+**	(4,2)	5,3	(3,9)	4,3	(3,9)	4,9
Mixed woods	14,0	(12,8)	**25,8+**	(16,9)	18,4	(16,9)	4,2
Alder thicket	27,0	(26,8)	**11,4-**	(32,9)	31,4	(32,9)	3,2
Disturbed	0,5	(0,4)	0,0	(1,0)	0,7	(1,0)	4,0
Forested watercourse	2,7	(1,8)	0,8	(1,4)	1,4	(1,4)	3,3
Total x^2	29,0		60,3		5,0		

[1] Percent of total plots sampled in parentheses. Habitat types contributing 10% or more to significant total X^2 values are **underlines** and marked + or − to signify preference or avoidance. Values of X^2 at P = 0,05 are 26,3 (winter) and 21,0 (spring and any age).

[2] Other habitats each comprising less than 0.5% of total plots were sedge meadow, silver-berry thicket and alpine fir woods.

the same as expected from their distribution within the study area, with the exception of aspen woods where frequency was high (Table II).

Sign occurred more frequently than expected on plots with no conifer cover or with conifer cover less than 1 m in height, with no or light deadfall, with southerly aspects, with less than 50% snow cover, or with only 1-10 cm of snow depth; features of under-utilized habitat were conifer cover of 51-75%, conifers 11-15 m in height, pine and mixed conifer cover, shrub cover of 1-5%, and shrub cover dominated by buffalo-berry. Plots located in areas where there were no other major vegetation cover types within 100 m also tended to contain less sign than expected (Table III).

TABLE III

Seasonal direction of response by horses to individual features of habitat [1]

Vegetation									Physical features and topography					
	Winter	Spring		Winter	Spring		Winter	Spring		Winter	Spring		Winter	Spring
Conifer cover			*Shrub cover*			*Major grass*			*Deadfall*			*Snow depth*		
none	+	+	no shrubs	0	0	no grasses	NR	0	none-very			no snow	0	NR
1-5	0	0	1-5%	–	0	Elymus	NR	0	light	+	+	1-10 cm	+	NR
6-25	0	0	6-25	0	0	Calamagrostis	NR	0	light	0	0	11-20	0	NR
26-50	0	0	26-50	0	0	Deschampsia	NR	0	moderate	0	0	21-30	0	NR
51-75	–	0	51-75	0	0	Bromus	NR	0	heavy	0	–	31-40	0	NR
			76-95	0	0	Festuca	NR	+	very heavy	0	0	41-50	0	NR
												50+	0	NR
Conifer stems														
none	NR	+	*Shrub height*			*Herbage biomass*			*Topography*					
1-10	NR	0	absent	0	0	mostly grass	NR	0	flat	0	0	*Soil moisture*		
11-20	NR	0	1-5 dm	0	+	mostly forbs	NR	–	rolling	0	+	all categories	NR	0
21-30	NR	0	6-10	0	+	mostly sedge	NR	0	steep	0	–			
31-40	NR	0	11-15	0	–	mixed	NR	0						
41-50	NR	0	16-20	0	–				*Slope*					
51-60	NR	0	20+	0	–	*Diversity index*			0-10%	0	+			
60+	NR	0				1	–	0	11-20	0	–			
			Major shrub			2	0	0	21-30	0	0			
Conifer height			no shrubs	0	0	3	0	0	30+	0	0			
abs. or <1 m	+	+	willow	0	0	4	0	0						
1-5	0	0	dwarf birch	0	+									
6-10	0	0	Shepherdia	–	0	*Deciduous cover*			*Aspect*					
11-15	–	–	poplar	0	0	all categories	0	0	north	0	0			
16-20	0	0	alder	0	–				NE	0	0			
			rose	0	0	*Deciduous stems*			east	0	0			
Major tree						all categories	NR	0	SE	0	0			
no trees	0	+	*Forb cover*						south	+	0			
black spruce	0	0	1-5%	NR	0	*Deciduous height*			SW	0	0			
white spruce	0	0	6-25	NR	0	all categories	0	0	west	0	0			
pine	–	–	26-50	NR	0				NW	0	0			
poplar	0	0	51-75	NR	–	*Sedge cover*			no slope	0	0			
mixed conifer	–	0	76-95	NR	0	all categories	NR	0						
mixed con./dec.	0	0												
						Grass cover			*Snow cover*					
						all categories	NR	0	≤50%	+	NR			
									51-75	0	NR			
									76-95	0	NR			
									96-100	–	NR			

[1] Based on X^2 tests of hypothesis that occurrence of winter sign and spring pellet groups follow expected pattern ($p. \leq .05$), and on calculation of confidence intervals on individual categories ($\alpha = .10$); data from plot surveys, Jan.-Mar. and July-Aug., 1976. Explanation of symbols: (+) sign occurs more frequently than expected; (0) sign occurs as frequently as expected, or category too small for calculation of confidence intervals; (–) sign occurs less frequently than expected; (NR) not recorded.

bitat selection on the basis of struc- features of the vegetation and ' cover appeared to be related to ıe availability. Some habitats were ly favored over others for winter ng. Within forested types, feeding rs were found in over twice as / plots as expected in aspen woods. ation of this limited habitat may been related to reduced snow ı due to southerly exposure, result- ı greater forage availability, as well ɔ heavy cover of hairy wild rye *ıus innovatus)* and proximity to urrently utilized grassy slopes. ɜnce of feeding craters in plots and ıg independent observations also ated extensive utilization of forested rcourses, especially at ravine sites e small grassy areas had developed he slopes. Black spruce woods, d woods and alder thickets also used for winter feeding, the first arily in association with dwarf birch low edge. Craters and actively feed- ıorses were sometimes found deep n the latter two habitats, where ' wild rye was the major available ıe. Crater frequency data also ıed that most meadow and thicket :ats were used for winter feeding, underestimated the importance of dry grassland type since craters ɜd to be obliterated by melt on the ı facing slopes on which this habi- ıften occurred. The importance of rassland during winter was indicated ghtings of actively grazing animals le IV); these data also emphasize mportance of mixed shrub mead- dwarf birch meadows, and to a ır extent dwarf birch thickets. Fes- grasses *(Festuca spp.)* and sedges, important constituents of the ɜr diet of horses (Figure 3) were :entrated within these habitats.

ıveral habitats that received little or se in winter were limited in extent (sedge meadow, silver-berry thicket, mesic pine woods, alpine fir woods). Dry pine woods and white spruce woods were the only widespread habitats that were clearly under-utilized. Both supported a cover of hairy wild rye of 25-50% but this was apparently insufficient to attract feeding activity.

The coniferous habitats (particularly alder thicket) appeared to have high shelter value but the use of shelter was not documented during this study. However, the winter of the study had exceptionally mild temperatures and low snow accumulations, and it is possible that shelter might be an important determinant of habitat selection during more severe periods. Conversely, meadow habitats, especially those with south-facing orientations, probably afforded favorable microclimates during fair weather and this may have been a factor in their utilization.

SPRING USE (April-June)

Coincident with the onset of snowmelt and the initiation of greenup, horses showed greater use of meadow areas and decreased use of forested habitats. This was reflected in both increased frequency of horse sightings and by the distribution of spring-type pellet groups (Table II). Observed distribution of pellet groups differed significantly from that expected on the basis of habitat availability; plots in alder thickets contained them much less frequently and those in the mixed shrub meadow, dwarf birch thicket and mixed woods types much more frequently than expected. In terms of individual features of habitat, spring pellet groups were found more frequently than expected on plots with features descriptive of open areas (meadow and thicket habitats) and less frequently than expected in pine and alder dominated habitats (Table \\\\).

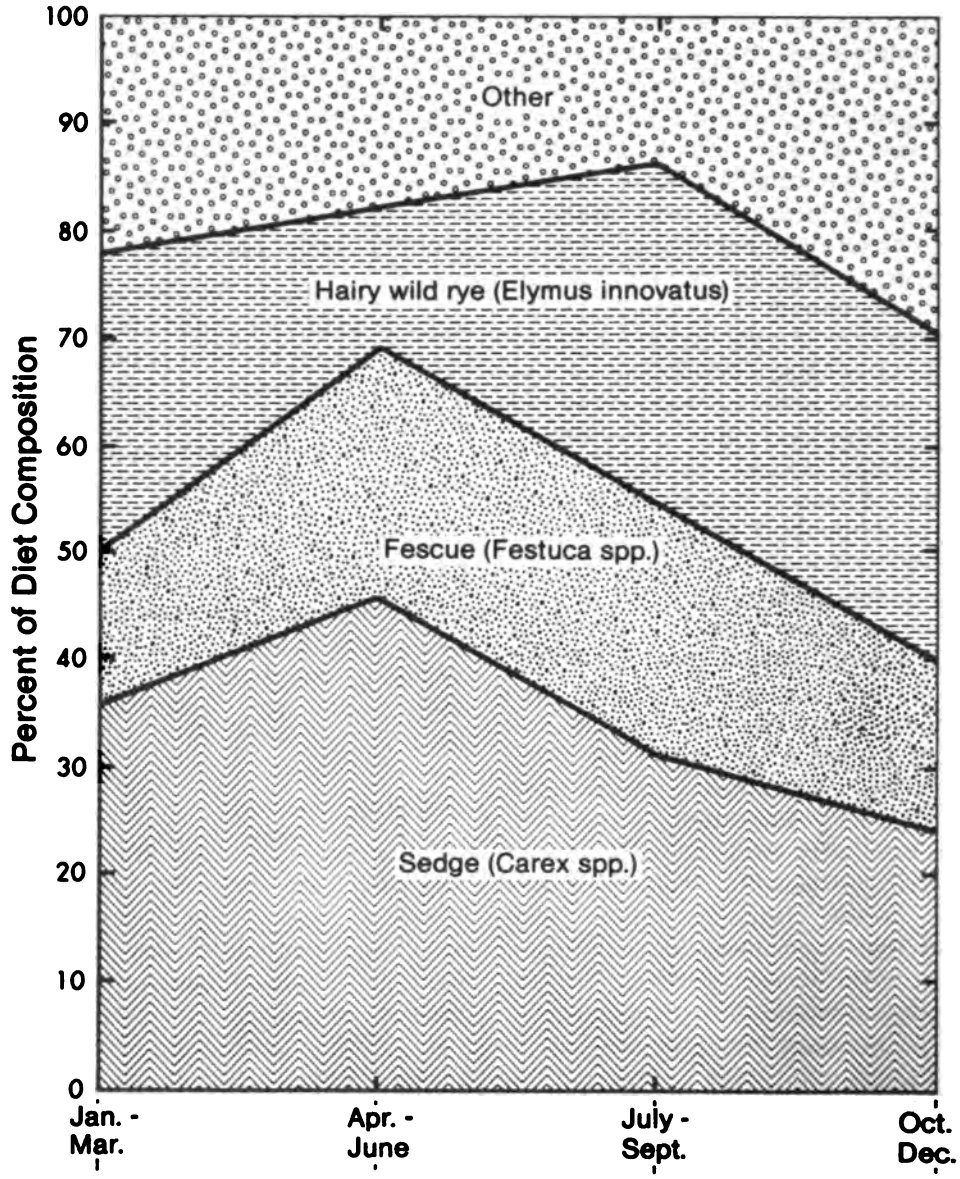


Figure 3. Seasonal variation in major components (>5%) of feral horse diets. Diet composition was estimated from identification of plant fragments in the feces.

Habitat occupancy during this period appeared to be related primarily to stage of forage growth. Greenup began earliest on previously grazed meadows and was followed by an increase in diet quality as the animals switched to better forage. Horses also were frequently noted grazing on disturbed areas, such as roadsides and ditches, where the absence of litter permitted the rapid growth of new plant material. The positive association between frequency of spring pellets and dominance of fescues in the grass cover, and a negative

association with a predominance of forbs (a very minor dietary constituent) both may have been related to habitat selection on the basis of forage availability. The use of sedges increased during this period while utilization of hairy wild rye decreased; sedges were available primarily from meadow habitats while hairy wild rye reached its greatest extent under forest cover.

Evidence of decreased use of forested areas not with standing, 70% of plots containing spring-type pellet groups were in forested habitats, indicating that although meadow habitats were a primary forage source they certainly did not receive exclusive use. On the other hand, frequency of occurrence of spring-type pellet groups in open areas was probably underestimated, as they tended to break down more quickly as a result of trampling and weathering.

SUMMER USE (July-September)

Beginning in July, use of open habitats appeared to decline, as indicated by reduced frequency of horse sightings. Nearly 70% of plots containing fresh horse fecal groups were in forested habitats, but the number of samples (n = 28) was too low for reliable statistical analysis. During the summer period horses were observed deep within wooded areas on a number of occasions, and frequently made use of shade at forest-meadow edges.

Hairy wild rye increased in importance in the summer as compared to the spring diet (33% vs. 16%) reflecting increased utilization of woodland areas. However, predominance of fescues and sedge in the summer diet indicated that most forage continued to be obtained from meadow and shrub habitats. From observational and plot data the widespread mixed shrub meadow type appeared to be the most important feeding habitat and was probably the primary source of sedge in the diet. The dwarf birch meadow type was the only other major habitat where sedges were readily available, but footing was poor prior to freezeup and this type was utilized very little.

Figure 4. Horses grazing in mixed shrub meadow habitat during summer. Dry pine woods in background.

TABLE IV

Monthly records of habitat use involving actively foraging horses.

Month	Monthly distribution (%) by habitat type								Total records
	Dwarf birch meadow	Sedge meadow	Mixed shrub meadow	Willow thicket	Dry grassland	Dwarf birch thicket	Disturbed	Undifferentiated meadow	
January	30,8	0,0	23,1	0,0	30,8	15,4	0,0	0,0	13
February	15,8	0,0	36,8	0,0	47,4	0,0	0,0	0,0	19
March	7,1	3,6	10,7	3,6	64,3	7,1	3,6	0,0	28
April	7,5	0,0	15,0	0,0	68,8	3,8	5,0	0,0	80
May	13,7	3,2	14,7	1,0	46,3	5,3	13,7	2,1	95
June	12,2	2,7	41,9	0,0	28,4	4,0	8,1	2,7	74
July	9,5	0,0	52,4	0,0	38,1	0,0	0,0	0,0	21
August	6,7	0,0	40,0	0,0	33,3	6,7	6,7	6,7	15
September	0,0	0,0	55,6	0,0	22,2	11,1	11,1	0,0	9
October	0,0	0,0	0,0	0,0	77,8	0,0	22,2	0,0	9
November	22,2	22,2	0,0	0,0	44,4	0,0	11,1	0,0	9
December	8,3	2,8	27,8	0,0	50,0	8,3	2,8	0,0	36

FALL-EARLY WINTER USE (October-December)

During early winter the pattern of use of both open and forested habitats continued, as revealed by food habits. Among open habitats dry grassland appeared to be the most important for feeding but other types also were utilized (Table IV). Diurnal use of open areas was low during October and November as compared to December.

Conclusions

Habitat selection by grazing animals is determined largely by the presence of a preferred food supply (Arnold, 1964; Jarman, 1974), although shelter considerations may be important for some species particularly in northern environments where cold weather may impose significant energy drains. In this study significant seasonal variation in habitat use appeared most strongly related to food supply with other factors being of only secondary importance.

Other studies of feral horses in North America provide only limited information on habitat utilization. Pellegrini (1971) found seasonal differences in habitat occupancy in Nevada related to snow cover and forage availability, and possibly to the presence of livestock. Welsh (1975) also found seasonal alterations in distribution, with most time spent in grass and heath communities. Hubbard and Hansen (1976) reported that in Colorado feral horses were resident in each of three vegetation zones throughout the year but were least abundant in pinyon-juniper habitat. Storrar *et al.* (1977) concluded that response to habitat variables by feral horses in central British Columbia was due primarily to forage availability.

Evidence from body morphology and tooth structure indicates that modern horses evolved primarily as animals of the open plains, with a diet dominated by grass (Simpson, 1951; Groves, 1974). It is not surprising, then, that the limited evidence now available indicates that within broadly divergent vegetation types and among widely separated geographical areas, the preferred habitats of feral horses are meadows or grasslands where their predominant

food is most available. However, perhaps just as important is their ability to utilize a variety of habitat types. This reflects an inherent flexibility in habitat use behaviour, and when viewed against the background of other studies, adaptability to a considerable range of habitat conditions.

Acknowledgments

This study was supported by the Alberta Forest Service through a grant administered by the Alberta Forest Development Research Trust. We thank J. Soos, Alberta Forest Service, for his interest and assistance and G. Erickson for assistance in the field.

References

ARNOLD, G. W., 1964. Factors within plant associations affecting the behaviour and performance of grazing animals. Pages 133-154, *In* D. J. Crisp (ed.). Grazing in terrestrial and marine environments. — Blackwell Sci. Publ., Oxford.

DAUBENMIRE, R. F., 1959. A canopy-coverage method of vegetational analysis. — N. W. Sci., 33: 43-64.

DOUGLAS, G. W., 1974. Montane zone vegetation of the Alsek River region, southwestern Yukon. — Can. J. Bot., 52: 2505-2532.

ENVIRONMENT CANADA, 1973. Canadian normals. Vol. 2: precipitation, 1941-1970. — Environment Canada, Atmospheric Environment.

FEIST, J. D. and D. R. McCULLOUGH, 1976. Behavior patterns and communication in feral horses. — Z. Tierpsychol., 41: 337-371.

FRANKLIN, J. F., C. T. DRYNESS and W. H. MOIR, 1970. A reconnaissance method for forest site classification. — Shinrin Richi, 12: 1-14.

GROVES, C. P., 1974. Horses, asses and zebras in the wild. — Ralph Curtis Books, Hollywood, Florida, 192 p.

HANSEN, R. M., 1976. Foods of free roaming horses in southern New Mexico. — J. Range Mgmt, 29: 347.

HUBBARD, R. E. and R. M. HANSEN, 1976. Diets of wild horses, cattle, and mule deer in the Piceance Basin, Colorado. — J. Range Mgmt, 29: 389-392.

JARMAN, P. J., 1974. The social organization of antelope in relation to their ecology. — Behaviour, 48: 215-267.

NEU, C. W., C. R. BYERS and J. M. PEEK, 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. — J. Wildl. Mgmt, 38 (3): 541-545.

PELLEGRINI, S. W., 1971. Home range, territoriality and movement patterns of wild horses in the Wassuk Range of western Nevada. — M. Sc. Thesis, University of Nevada, 39 p.

SALTER, R. E., 1978. Ecology of feral horses in Western Alberta. — M. Sc. Thesis, University of Alberta, 239 p.

SALTER, R. E. and R. J. HUDSON, Distribution and management of feral horses in western Canada. — Rangemans J., (in press).

SALTER, R. E. and R. J. HUDSON, Feeding ecology of feral horses in Western Alberta. — J. Range Mgmt, (in press).

SIMPSON, G. G., 1951. Horses. — Oxford University Press, New York. 247 pp.

STORRAR, J. A., R. J. HUDSON and R. E. SALTER 1977. Habitat use behaviour of feral horses and spatial relationships with moose in central British Columbia. — Syesis, 10: 39-44.

TODD, J. W. and R. M. HANSEN, 1973. Plant fragments in the feces of bighorns as indicators of food habits. — J. Wildl. Mgmt, 37: 363-366.

WELSH, D. A. 1975. Population, behavioural and grazing ecology of the horses of Sable Island, Nova Scotia. — Ph. D. Thesis, Dalhousie Univ., 403 p.

WISHART, D., 1975. Clustan IA user manual. Computing Laboratory. — Univ. St. Andrews, Scotland, 135 p.

Naturaliste can., 105: 323-326 (1978)

EUPHORINE PARASITISM OF *STELIDOTA GEMINATA* (SAY) (COLEOPTERA: NITIDULIDAE) WITH DESCRIPTION OF A NEW SPECIES OF *MICROCTONUS* WESMAEL (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)[1]

M. J. WEISS, R. N. WILLIAMS

Department of Entomology, Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, Ohio 44691, U.S.A.

C. C. LOAN

Biosystematics Research Institute, Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Ont., K1A 0C6

Résumé

Nous décrivons une nouvelle espèce parthénogénétique d'Euphorine parasite, *Microctonus nitidulidis* Loan, obtenue d'adultes de nitidulides, *Stelidota geminata* (Say), collectionnés près de Wooster, Ohio. C'est la première mention d'association entre cet hôte et ce parasite. Nous présentons nos observations sur le développement et le comportement reproducteur du parasite.

Abstract

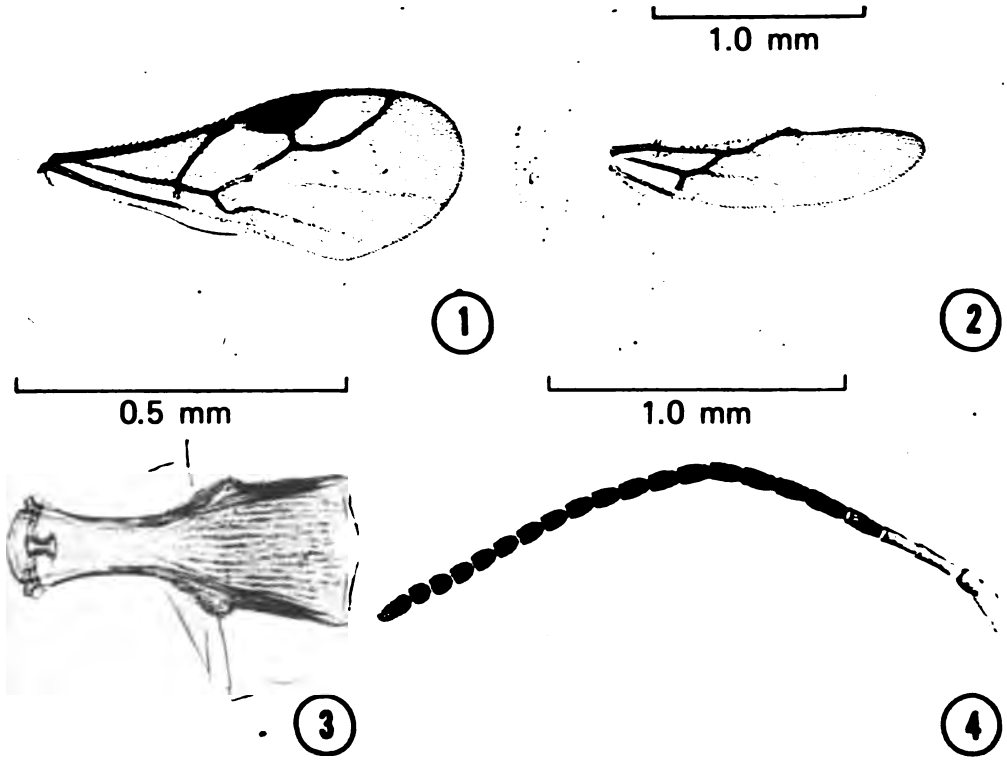
A new parthenogenetic species of a euphorine parasite, *Microctonus nitidulidis* Loan, is described; it was collected from adults of the strawberry sap beetle, *Stelidota geminata* (Say), in commercial strawberry near Wooster, Ohio. This is a new parasite-host association record. Data are presented on the development and oviposition behavior of the parasite.

Introduction

The geographical range of the strawberry sap beetle, *Stelidota geminata* (Say) (Coleoptera: Nitidulidae), extends over much of the eastern, southern, and midwestern United States and southern Canada (Parsons, 1943). Recently it has been reported from southern and central California (Armstrong, 1976). Injury to strawberry (*Fragaria* spp.) fruit by *S. geminata* was first observed in Virginia during 1958 (Allen, W. A. 1977 *in litt*). Jantz *et al.* (1967) estimated that damage to strawberries in Michigan was over 2 million dollars in 1966. Since that time, *S. geminata* has been reported to have caused damage to strawberries in Illinois, Indiana, Delaware, Michigan, and Ohio.

During field studies of the strawberry sap beetle at Wooster, Ohio, an undescribed braconid parasite was reared by the Ohio authors from adults collected at bait traps near commercial strawberry fields. This new species of Microctonus Wesmael is described here by the second author. Biological data and oviposition behavior of the parasite are reported by the Ohio authors. It is well documented that Nearctic hosts of *Microctonus* spp. are predominantly adult Coleoptera (Loan, 1969). The asso-

[1] Approved for publication as Journal Article No. 147-78 of the Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, Ohio 44691.



Figures 1-4. *Microctonus nitidulidis*: Fig. 1, front wing; Fig. 2, hind wing; Fig. 3, tergite 1; Fig. 4, antenna.

ciation with *S. geminata* is the first known record of *Microctonus* parasitizing members of the family Nitidulidae.

MICROCTONUS NITIDULIDIS LOAN, N. SP. (Figs. 1-4)

Holotype: ♀, United States. Ohio, Wooster, 20. XI. 1977, ex adult *Stelidota geminata*, coll. M. J. Weiss and R. N. Williams. Type in the Canadian National Collection, Ottawa. CNC 15760

Paratypes: 46♀. Data same as that of holotype but laboratory cultured 13. XII. 1977 and 27. IV. 1978 (CNC), (USNM).

Holotype female: Length about 2,1 mm. Color basically reddish yellow and brown. Head with face and flagellar articles 1-3 light reddish yellow; vertex, *mesepisternum*, legs reddish yellow *with tibia 3 darker*; tergite 1 and remainder of gaster light reddish; flagellar articles 4-20, mesoscutum, scutellum, dorsal face of propodeum, ovipositor sheaths reddish brown. Face almost as wide as eye which is 1,2 times as long as wide and in dorsal plane projecting anterior to cheek; occipital carina fine, interrupted medially; temple not nearly as wide as eye (5:8,5); flagellum widest near middle, with 20 articles, 1 + 2 slightly longer than 2 + 3 which is 1,3 times longer than 3 + 4 (Fig. 4); ocellar triangle almost a right angle with lateral ocelli within posterior eye margin. Lateral lobes of mesoscutum bare, smooth, shining; medial lobe shining and with short, sparse hair; notauli hairy; area of sternaulis of mesepisternum roughened. Propodeum with a horizontal level, dorsal face at right angle to posterior face. Front wing (Fig.

ith radial cell as long as stigma on margin; first abscissa of radius 0,5 s as long as stigma depth and perlicular to stigma, not offset distally; ulus almost in line with basalis. wing (fig. 2) with basella interrupted middle, nervellus not as long as ır abscissa but as long as longest ginal cilia of hind wing. Tibia 3 0,8 ong. Abdomen with tergite 1 (Fig. 3), imes as long as wide at apex, open eriorly, dorsal pits imperceptible, -petiole with widely-spaced striae sides non-carinate, apex almost as as face between eyes. Ovipositor ght with sheaths slightly longer tergite 1 and 0,7 times as long as 3.

ale: No males were found in approtely 2 600 laboratory reared specis, therefore, *M. nitidulidis* may have otokous, parthenogenetic reproduc-

riations: Mesoscutum, scutellum dorsal face of propodeum basically ish yèllow concolourous with meseırnum. Flagellar articles 20-23.

agnostic characters: The following bination of characters is diagic: flagellar articles 20-23 with flagelwidest medially, occipital carina fine interrupted broken medially, colour ous only on dorsal surface of thorax, ish elsewhere, radial cell at least as as stigma on wing margin, nervulus ıe with or slightly distad of basalis, ellus short, ovipositor sheaths not ng as tibia 3.

mments: In the species key to ctic *Microctonus* (Loan, 1969), specs of *M. nitidulidis* key to the couplet ding *M. sitonae* Mason and *M. barri* ı. Members of the latter, though ar to those of *M. sitonae* in body , are larger, there are more flagellar les of the antenna, the radial cell of ront wing is *much shorter* and the nervellus of the hindwing is longer. In addition, reproduction is sexual and the host is *Sitona scissifrons* Say. Members of *M. barri* occur in the west and are characterized mainly by the pronounced depression of the mesepisternum, a character lacking in members of *M. nitidulidis*.

Cocoon: White with an outer covering of loose, fine silk, 1,3-3,2 mm long ($\bar{X}$ = 2,5 ± 0,16 mm, N = 25).

Biology

The host of *M. nitidulidis* is *Stelidota geminata* which feeds on fruits and vegetables (Weber and Connell, 1975). During studies of sap beetle populations on strawberries in Ohio, braconids were found in laboratory cages with adult *S. geminata*. It was subsequently determined that they had emerged as larvae from field collected *S. geminata* and formed coocoons in the soil mixture of holding cages. From 5 female *M. nitidulidis* found in laboratory cages in October, 1977, approximately 2 600 females were reared from laboratory cultures of adult *S. geminata*. Generation time of *M. nitidulidis* at 21 ± 2° C and 68% ± 5 RH, and a photoperiod of 16L:8D ranged from 19-25 days. The time from egg deposition to emergence of the L5 stage ranged from 10-12 days. Adults of *M. nitidulidis* under a feeding regime of 5% honey solution lived 2-6 days. Oviposition behavior appeared similar to that reported for *M. aethiopoides* Loan (= *aethiops* auctt. *in* Loan, 1975, biology in Loan and Holdaway, 1961). Females of *M. nitidulidis* strike the apex of the abdomen of the strawberry sap beetle and insert the ovipositor through an intersegmental membrane into the haemocoel. Oviposition strikes were not attempted unless the host was in motion. Cocoons of the parasite were found to a depth of 12 mm in loose soil.

Field data on the occurrence and life history of the *Microctonus-Stelidota* association are lacking; however, preliminary data suggests the occurrence of 2 generations of *M. nitidulidis* a year. The first generation adults emerged in late June through early July in NW Ohio and a second generation emerged in early to mid-August. Larvae of the second genration diapaused in the L1 stage in overwintering *S. geminata* adults. Distribution: United States. Ohio, Wooster.

References

ARMSTRONG, J. W., 1976. The range extension of the fruit pest *Stelidota geminata* (Say) in California (Coleoptera: Nitidulidae). — Pan-Pacif. Ent., 52: 83-84.

JANTZ, O. K., R. F. GERTZ and M. T. WELLS, Jr., 1967. Automobile paint effective as an insect attractant. — Science, N. Y., 157(3777): 946-947.

LOAN, C. C. and F. G. HOLDAWAY, 1961. *Microctonus aethiops* Nees) Auctt. and *Perilitus rutilus* (Nees) (Hymenoptera: Braconidae), European parasites of *Sitona* weevils (Coleoptera: Curculionidae). — Can. Ent., 93 (12): 1057-1079.

LOAN, C. C., 1969. A summary of species of *Microctonus* north of Mexico with five new species. — Proc. ent. Soc. Wash., 71 (3): 404-416.

LOAN, C. C., 1975. A review of Haliday species of *Microctonus* (Hym.: Braconidae, Euphorinae). — Entomophaga, 20 (1): 31-41.

PARSONS, C. T., 1943. A revision of the Nearctic Nitidulidae (Coleoptera). — Bull. Mus. comp. Zool. Harv., 92: 121-278.

WEBER, R. G. and W. A. CONNELL, 1975. *Stelidota geminata* (Say): Studies of its Biology (Coleoptera: Nitidulidae). — Ann. ent. Soc. Am., 68 (4): 649-653.

Naturaliste can., 105: 327-374 (1978).

SYSTEMATICS OF THE WORLD EUCEROTINAE (HYMENOPTERA, ICHNEUMONIDAE). Part II: NON-NEARCTIC SPECIES[1]

J. R. BARRON

Biosystematics Research Institute, Agriculture Canada, Ottawa

Résumé

L'auteur présente la révision des espèces de la sous-famille des Eucerotinae et reconnaît quarante-trois espèces. Les espèces néarctiques ont été révisées en détail dans un travail récent tandis que les autres sont revues dans ce travail. Les espèces reconnues sont *pruinosus* (Gravenhorst), *kiushuensis* Uchida, *sensibus* Uchida, *albitarsus* Curtis, *serricornis* (Haliday), *rufocinctus* (Ashmead), toutes de la région paléarctique; *tunetanus* (Schmiedeknecht) de l'Afrique du nord, et *madecassis* Seyrig de Madagascar. Les nouvelles espèces sont ***pectinis***, ***clypealis*** et ***brevinervis*** du Japon, ***dentatus*** de la Chine, ***latitarsus*** de l'Himalaya, ***limatus*** du Brésil, ***croceus***, ***maculicornis***, ***incisurae***, ***annulicornis***, ***signicornis***, ***melleus*** et ***ruficeps*** de l'Australie, ***coxalis*** de la Nouvelle-Zélande et ***gilvus*** de la Nouvelle-Guinée. Les adultes de toutes les espèces et le dernier stade larvaire de *pruinosus*, *serricornis*, *albitarsus* et *coxalis* sont décrits. Les noms *unifasciatus* et *superbus* sont de nouveaux synonymes de *pruinosus*. Le nom *kiushuensis* remplace le nom *superbus auct. nec* Kriechbaumer. Les interrelations qui existent entre les espèces de ce genre et les Ctenopelmatinae sont présentées.

Abstract

The world species of the subfamily Eucerotinae, excluding the Nearctic species, are revised. Forty-three species are recognized. The Nearctic species are treated in detail in a recent paper. The 23 non-Nearctic species are treated in detail in this study. These are *pruinosus* (Gravenhorst), *kiushuensis* Uchida, *sensibus* Uchida, *albitarsus* Curtis, *serricornis* (Haliday), *rufocinctus* (Ashmead), all from the Palaearctic region; *tunetanus* (Schmiedeknecht) from North Africa, and *madecassus* Seyrig from Madagascar. New species are ***pectinis***, ***clypealis***, and ***brevinervis*** from Japan, ***dentatus*** from China, ***latitarsus*** from Himalaya, ***limatus*** from Brazil, ***croceus***, ***maculicornis***, ***incisurae***, ***annulicornis***, ***signicornis***, ***melleus***, and ***ruficeps*** from Australia, ***coxalis*** from New Zealand, and ***gilvus*** from New Guinea. Adults of all species and the last larval instars of *pruinosus*, *serricornis*, *albitarsus*, and *coxalis* are described. The names *unifasciatus* and *superbus* are new synonyms of *pruinosus*. The name *kiushuensis* replaces the name *superbus auct. nec* Kriechbaumer. Relationships of the species within the genus and to the ctenopelmatines are discussed.

Introduction

Individuals of the sole genus of the subfamily Eucerotinae are hyperparasites and possess a planidial stage. They are distributed in all the major regions of the world (Fig. 49). There are 43 known species. The 20 Nearctic species were studied in detail by Barron (1976). The other species are treated in detail here. Tripp (1961) described the life history of the Nearctic species *frigidus* Cresson and further details on the

[1] Part I was published by Barron in 1976 (see references at the end).

biology of the group were given by Barron (1976). Hosts are various internal ichneumonid parasite larvae in sawflies or Lepidoptera on deciduous and coniferous trees and shrubs.

The eucerotines are the sister group of the Ctenopelmatinae, one of the larger subfamilies within the Ichneumonidae. The eucerotines and the ctenopelmatines together constitute the probable sister group of the Tryphoninae (Barron, 1976). The ctenopelmatines, eucerotines, and tryphonines are primarily parasites of sawflies, the ctenopelmatines exclusively. The ctenopelmatines are internal parasites, the tryphonines are external and members of two tribes parasitize lepidopterous larvae. The eucerotines are internal hyperparasites, though the planidium begins its life externally on the primary host. Many parasitize members of the closely related ctenopelmatines, which is often the case in hyperparasitism. None parasitize external feeders, such as the tryphonines.

An historical review of the classification of the eucerotines was given by Barron (1976). Fitton and Gauld (1976) rejected the higher group name Eumesiides Thomson and accepted the tribal name Eucerotini Seyrig following Articles 40(a) and (b) of the Code. *Eumesius* was proposed as a replacement since *Euceros* was thought to be a junior homonym (Westwood, 1840).

Types of most of the non-Nearctic species were not seen, except that of *superbus* Kriechbaumer. The specific synonymy is that of previous authors, except in a few cases and these are indicated in the text. Specimens were borrowed from individuals of many different museums to gain a thorough concept of the group and to treat the group on a world basis. The names of these are listed in the acknowledgments. The abbreviations for the museums are *those used in the text*. Material was not borrowed from the National Museum of Ireland, Dublin (NMI) or from the National Museum of Victoria, Melbourne, Australia (NMV) but the abbreviations for these are cited in the text. Material from the Canadian National Collection is cited as CNC.

For material and methods, see Barron (1976, p. 286-288).

Subfamily Eucerotinae

Eumesiides Thomson, 1883: 906. Type-genus: *Eumesius* Westwood (= *Euceros* Gravenhorst).

Eumesiina Schmiedeknecht, 1912: 2497; Uchida, 1930: 275.

Eucerini Seyrig, 1934: 18, 24. Type-genus: *Euceros* Gravenhorst. Incorrectly formed stem.

Eucerosini Townes, 1944: 20. Incorrectly formed stem. Unjustified emendation.

Euceratini Townes, 1945: 480; Townes and Townes, 1951: 321; Walkley, 1967: 173; Short, 1959: 468; 1970: 203. Incorrectly formed stem. Unjustified emendation.

Euceratinae Perkins, 1959: 14; Constantineanu, 1961: 726.

Eucerotini Seyrig; Hopper, 1959: 163; Townes, Momoi, and Townes, 1965: 117; Townes, 1969: 193. Justified emendation.

The Genus *Euceros* Gravenhorst

Euceros Gravenhorst, 1829b: 368; Wesmael, 1840: 360; Kriechbaumer, 1888: 197; Dalla Torre, 1901: 326; Morley, 1911: 280; Schmiedeknecht, 1912: 2497; Uchida, 1930: 275; 1958: 129; Townes, 1945: 480; 1969: 194; Townes and Townes, 1951: 321; Walkley, 1958: 54; 1967: 173; Perkins, 1959: 14; Short, 1959: 468; 1970: 203; Constantineanu, 1961: 726; Townes, Momoi, and Townes, 1965: 117. TYPE-SPECIES: *Euceros crassicornis* Gravenhorst, 1829b: 370, by monotypy.

Eumesius Westwood, 1840: 153, 59. Replacement name for *Euceros*.

Omalocerus Giraud, 1857: 163. Replacement name for *Euceros*.

Tautozelus Foerster, 1868: 212. TYPE-SPECIES: (*Euceros egregius* Holmgren) = *serricornis* Haliday, by Perkins, 1962, by subsequent designation.

Pseudasthenara Uchida, 1930: 276. TYPE-SPECIES: *Asthenara rufocincta* Ashmead, by original designation. Syn. of *Euceros* by Townes and Townes, 1951.

Euceros (Pseudasthenara) Uchida, 1958: 129.

ıe characters of adults and larvae of genus *Euceros* were described by on (1976) as part of the revision of Nearctic species. Additional remarks w. The pronotum of adults of most ies of *Euceros* is strongly modified s. 8-28, 42-47). This modification is the form of a paired anteriorly acting median process arising from posterior face of a transverse trough ıe pronotum. The anteriorly project- process is usually in the form of two al lobes. The apices of the lobes are ı free from the base of the prono- (Figs. 42, 44). The part connecting ventral side of the lobe to the base ıe pronotum as seen in lateral view ıe lateroapical ridge (Fig. 44). The e meets the lobe between a point e distance from the base (Figs. 42, and a point at the apex (Fig. 45) nding on the species. The lateroa- l ridge is of course absent in individ- of those species in which the lobes not free apically. There is a ridge present on the anterior margin of each lobe of a few species, referred to as the transverse apical ridge (Fig. 45). The sides of the lobes of individuals of some species are excavated medially (Figs. 42, 44). These modifications differ between the various species of *Euceros* (Table I) and there is little variation within species. Character states of the pronotal process are: the depth of incision of the apex of the process and this is of course correlated with the length of the lobes; the width of the lobes; the presence of the apical transverse ridge; the point at which the lateroapical ridge meets the lobe; whether or not the sides are excavated; the shape of the anterior margin of each lobe, i.e. arcuate (Fig. 43) or subtruncate (Fig. 45); and the amount of divergence of the sides of the lobes as seen in dorsal view. The shape of the anterior margin of the collar differs between species, i. e. arcuate (Fig. 43), subtruncate (Fig. 45), or concave (Fig. 47).

KEY TO SPECIES OF *EUCEROS* GRAVENHORST

Combination of mandible with lower tooth slightly shorter than upper, petiolar area subequal to or greater than one half total area of propodeum, males with modified antennal articles expanded laterally beyond margin of proximal articles .... Nearctic species (Barron, 1976) and *albitarsus* Curtis, p. 344
E. albitarsus males with modified flagellar articles with tooth-like projections on outer margin only (Fig. 7); Nearctic males with projections on outer and inner margins.

Combination not as above 2

Front tibia with apical tooth (Fig. 41) 3

Front tibia without apical tooth 4

Clypeal margin subtruncate, sharp. Mandible with lower tooth very slightly shorter than upper, teeth rather elongate. Pronotal process absent. Propodeum without carinae except apices of median longitudinal carinae which are scarcely discernible. Hind coxae elongate. Abdominal segments 2 and 3 with margin of epipleural crease rounded. Punctation fine. Colour mostly pale. Distribution Brazil .... *limatus* n. sp., p. 356

Clypeal margin arcuate, blunt. Mandible with lower tooth distinctly shorter than upper, teeth relatively short. Pronotal process present and with apex medially shallowly incised. Propodeum with carinae. Hind coxae relatively short. Abdominal segments 2 and 3 with margin of epipleural crease subtruncate. Punctation moderate. Colour mostly black. Distribution China ..... *dentatus* n. sp., p. 356

Head with occiput dorsomedially deeply incised (Fig. 46). Distribution Japan .... *rufocinctus* (Ashmead), p. 353

Head with occiput dorsomedially not incised 5

Mandible with teeth elongate, lower tooth much narrower than upper. Hind femur elongate or clypeus separated from face by a distinct groove 8

Mandible with teeth relatively short, lower tooth slightly narrower or broader than upper. Hind femur not elongate and clypeus not separated from face by a groove 9

6 (5). Clypeus (Fig. 38) separated from face by a groove, margin sharp. Hind legs with second trochanter (Fig. 39) strongly modified, plate-like; femur relatively short. Mandible with apices of teeth not widely separated. Hind basitarsi dilated apically. Colour mostly black. Distribution North Africa ..... *tunetanus* (Schmiedeknecht), p. 340

Clypeus not separated from face by a groove, margin blunt. Hind legs with second trochanter not modified; femur elongate. Mandible with apices of teeth widely separated. Hind basitarsi gradually broader apically. Colour mostly pale 7

7 (6). Pronotal process absent. Clypeal margin strongly arcuate. Mandible with lower tooth slightly shorter than upper. Distribution New Guinea ..... *gilvus* n. sp., p. 361

Pronotal process (Figs. 25, 26) present and with apex medially incised. Clypeal margin moderately arcuate or subtruncate. Mandible with lower tooth distinctly shorter than upper 8

8 (7). Clypeal margin arcuate, reflexed; clypeus relatively short. Mandible with lower tooth somewhat shorter and narrower than upper. Pronotal process (Fig. 25) at apex medially deeply incised, with lobes long and with apices curved laterally. Face with slight bulge. Hind tibiae dilated apically. Hind coxae relatively short. Distribution Australia ..... *incisurae* n. sp., p. 360

Clypeal margin subtruncate, not reflexed; clypeus elongate. Mandible with lower tooth much shorter and narrower than upper. Pronotal process (Fig. 26) at apex medially shallowly incised, with lobes short and with apices not curved. Face without bulge. Hind tibiae gradually broader apically. Hind coxae elongate. Distribution New Zealand ..... *coxalis* n. sp., p. 361

9 (5). Colour mostly pale 10

Colour mostly black or black and pale 12

10 (9). Mandible with lower tooth slightly shorter and broader than upper. Pronotal process (Fig. 12) at apex medially very shallowly incised, lobes free apically. Hind tibiae not dilated apically. Distribution Madagascar ..... *madecassus* Seyrig, p. 343

Mandible with lower tooth distinctly shorter and narrower than upper. Pronotal process (Figs. 21, 24) at apex medially more deeply incised, lobes not free apically. Hind tibiae dilated apically. Distribution Australia 11

11(10). Mandible with apices of teeth widely separated. Front wing with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein not particularly short. Pronotal process (Fig. 24) at apex medially shallowly incised, without transverse apical ridge. Hind basitarsi pale. Abdominal tergites 5 and 6 with black maculations. Distribution Tasmania, Australia ..... *melleus* n. sp., p. 360

Mandible with apices of teeth not widely separated. Front wing (Fig. 48) with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein short. Pronotal process (Fig. 21) at apex medially more deeply incised, with transverse apical ridge. Hind basitarsi dark. Abdominal tergites 2 and 3 with black maculations. Distribution Australia ..... *croceus* n. sp., p. 357

12 (9). Clypeal margin sharp, reflexed. Mandible with lower tooth broader than upper. Pronotal collar (Fig. 17) with anterior margin subtruncate. Males with modified flagellar articles of antenna (Fig. 6) with combination basal and apical margins at right angles to longitudinal axis; sides straight, not produced beyond margin of proximal articles; teeth somewhat projecting and present on both margins. Distribution Japan .... *clypealis* n. sp., p. 351

Clypeal margin blunt, not reflexed. Mandible with lower tooth narrower than upper. Pronotal collar with anterior margin arcuate. Males with modified flagellar articles of antenna with combination otherwise 13

13 (12). Hind tarsi strongly compressed. Thorax rather coarsely punctate. Distribution Himalaya ..... *latitarsus* n. sp., p. 348

Hind tarsi not strongly compressed. Thorax usually finely punctate 14

14 (13). Combination of colour mostly black, mandibles with apices of teeth not widely separated, and front wing (Fig. 48) with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein short. Distribution Japan ..... *brevinervis* n. sp., p. 353

Combination otherwise. Distribution Australian or Palaearctic 15

15 (14). Colour a strongly contrasting black and white. Antenna with white annulus near apex.

Head mostly white, thorax black and white, first abdominal tergite mostly black, with white apical band. Distribution Australia ..... *annulicornis* n. sp., p. 365

Colour mostly black, not contrasting black and white. Antenna mostly black, without white annulus 16

6 (15). Head mostly ferrugineous, thorax mostly black, first abdominal tergite white. Distribution Tasmania, Australia ..... *ruficeps* n. sp., p. 363

Head mostly fulvous, thorax black and pale, first abdominal tergite not mostly white 17

7 (16). Antennal flagellum of males scarcely modified, with distinct contrasting ferrugineous maculations. Mandible with apices of teeth widely separated. Distribution Australian 18

Antennal flagellum of males strongly modified, without maculations. Mandible with apices of teeth not widely separated. Distribution Palaearctic 19

8 (17). Antennal flagellum of males with modified articles longer than broad. Pronotal process (Fig. 22) at apex medially deeply incised; collar with anterior margin arcuate. Hind tarsi rounded. Abdominal tergites coarsely punctate. Distribution Australia .... *maculicornis* n. sp., p. 358

Antennal flagellum of males with modified articles broader than long. Pronotal process (Fig. 23) at apex medially shallowly incised; collar with anterior margin subtruncate. Hind tarsi compressed. Abdominal tergites finely punctate. Distribution Tasmania, Australia ..... *signicornis* n. sp., p. 359

9 (17). Antenna of males (Figs. 1-3) with apical and basal margins oblique in relation to longitudinal axis, sides rounded, not expanded laterally beyond margin of proximal articles. Hind terminal tarsal segments dark. Females with abdominal tergites mostly black or fulvoferrugineous and each with distinct apical paler band or with sides of tergites 1 and 2 each at apex paler 20

Antenna of males (Figs. 4, 5, 7) with apical and basal margins at right angles to longitudinal axis, sides straight, projecting laterally beyond margin of proximal articles. Hind terminal tarsal segments pale fulvous. Females with abdominal tergites mostly ferrugineous and without paler apical band or mostly black and with sides of tergites 1 to 4 each at apex paler 22

0 (19). Modified articles of antenna of males (Figs. 1, 2) with tyloids oval, each article with transverse row of tyloids. Face elongate. Clypeus at apex medially narrowly, abruptly, strongly projecting. Females with abdominal tergites with distinct pale apical band. Distribution Palaearctic 21

Modified articles of antenna of males (Fig. 3) with tyloids linear, without transverse row of tyloids. Face short. Clypeus at apex medially scarcely projecting. Females with first and second abdominal tergites each at apex on each side with fulvous maculation. Distribution Japan, Nepal, Formosa ..... *sensibus* Uchida, p. 337

1 (20). Modified articles of antenna of males (Fig. 1) each with apical and basal margins strongly oblique in relation to longitudinal axis; modified articles broad, with tooth-like projections on inner and outer margins. Pronotal process (Fig. 8) at apex medially deeply incised, with sides excavated, scarcely divergent posteriorly, lobes elongate. Females mostly black, abdominal tergites black, each with narrow apical pale band ..... *pruinosus* (Gravenhorst), p. 332

Modified articles of antenna of males (Fig. 2) each with apical and basal margins less strongly oblique in relation to longitudinal axis, modified articles narrow, without tooth-like projections. Pronotal process (Fig. 9) at apex medially shallowly incised, with sides not excavated, strongly divergent posteriorly, lobes very short. Females black, with considerable contrasting ferrugineous maculation, abdominal tergites piceous, each with broad apical pale band ..... *kiushuensis* Uchida, p. 335

2 (19). Antenna of males (Figs. 4, 5) with modified articles with tooth-like projections on inner and outer margins. Pronotal process (Figs. 14, 16) with sides excavated, with lateroapical ridge at apex; collar with anterior margin subtruncate. Petiolar area of propodeum less than half total area of propodeum. Abdominal tergites mostly black, tergites 1 to 4 at sides apically narrowly fulvous. Body rather finely punctate 23

Antenna of males (Fig. 7) with modified articles with tooth-like projections only on outer margin. Pronotal process (Figs. 13, 47) with sides not excavated; lateroapical ridge absent; collar with anterior margin arcuate. Petiolar area of propodeum more than half total area of propodeum. Abdominal tergites mostly ferrugineous, without pale apical bands. Body rather coarsely punctate ..... albitarsus Curtis, p. 344

23 (22). Antenna of males (Fig. 4) with some modified articles elongate. Pronotal process (Fig. 14) at apex medially deeply incised, with sides scarcely divergent posteriorly; lobes elongate. Front wing (Fig. 48) with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein short. Face elongate. Colour mostly black, with extensive pale maculations; propodeum at sides and first tergite at sides usually ferrugineous .... *serricornis* (Haliday), p. 346

Antenna of males (Fig. 5) with modified articles broader than long. Pronotal process (Fig. 16) at apex medially shallowly incised, with sides strongly divergent posteriorly; lobes short. Front wing with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein longer. Face relatively short. Colour mostly black, with a few pale maculations; propodeum black and first tergite with apical margin at sides fulvous . ..... *pectinis* n. sp., p. 351

Euceros pruinosus (Gravenhorst)

Tryphon pruinosus Gravenhorst, 1829a: 189. Type, female, not male, Austria.

Euceros pruinosus; Dalla Torre, 1890: 139; Schmiedeknecht, 1912: 2502.

Euceros crassicornis Gravenhorst, 1829b: 370. Holotype, male, Dresden, Germany. Shuckard, 1836: 633; Curtis, 1837: 660; Giraud, 1857: 164; 1877: 407; Wesmael, 1840: 362; Holmgren, 1856: 385; Marshall, 1876: 195; Brischke, 1878: 95; Vollenhoven, 1878: 159; Verhoeff, 1892: 4; Dalla Torre, 1901: 326; Morley, 1911: 280. Syn. of *pruinosus* by Dalla Torre, 1901.

Bassus (Euceros) crassicornis; Blanchard, 1840: 321.

Eumesius crassicornis; Westwood, 1840: 153, 59; Marshall, 1876: 195; Cameron, 1876: 228.

Euceros morionellus Holmgren, 1855: 201. Type, female, Dalecarlia, Sweden (Stockholm). Syn. of *crassicornis* by Vollenhoven, 1878.

Euceros unifasciatus Vollenhoven, 1878: 159. Type, female, near the Hague, and Leiden, Netherlands. Dalla Torre, 1901: 327; Morley: 1911: 282; Varley, 1964: 113, 116; Short, 1970: 199, 203. N. syn.

Euceros egregius var. *unifasciatus* Schmiedeknecht, 1912: 2502.

Euceros superbus Kriechbaumer, 1888: 199. Type, female, between Munich and Sternberg, Germany (ZS). Kriechbaumer, 1888: 353; Dalla Torre, 1901: 327; Schmiedeknecht, 1912: 2500; Glowacki, 1966: 377, 382. N. syn.

Euceros sapporensis var. *nigritrochantellus* Uchida, 1932: 184. Holotype, female, Sapporo, Japan (Hokkaido U., Sapporo).

Euceros (Euceros) nigritrochantellus; Uchida, 1955: 4; 1958: 132.

Euceros nigritrochantellus; Iwata, 1960: 165.

Euceros pruinosus nigritrochantellus; Townes, Momoi, and Townes, 1965: 117.

Euceros sapporensis var. *albibasalis* Uchida, 1932: 165. Holotype, female, Shikaribetsu, Japan (Hokkaido U., Sapporo). Syn. of *nigritrochantellus by Uchida, 1955.*

Euceros sapporensis var. *teshioensis* Uchida, 1932: 165. Holotype, female, Teshio, Japan (Hokkaido U., Sapporo). Syn. of *nigritrochantellus* by Uchida, 1955.

ADULT MALE, FEMALE

Body variable in size, length 6-12 mm.

Face elongate, with slight median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, strongly arcuate, not reflexed, projecting medially. Mandible with lower tooth slightly shorter and slightly narrower than upper. Antenna of male (Fig. 1) with flagellar articles 10 to 14 modified and expanded. Modified articles distinctly broader than long; basal and apical margins oblique in relation to longitudinal axis, apical margins strongly sinuate; sides rounded, not produced outwardly beyond margin of proximal articles; each at outer apical corner with small tooth-like projection, at inner basal corner with very small, indistinct tooth-like projection; each with two transverse rows of short, closely spaced, oval tyloids, those of rest of articles linear. Antenna of female with flagellar articles 1 to 9 somewhat longer than broad, terminal articles as broad as or broader than long.

Pronotal process (Figs. 8, 42, 43) at apex medially deeply incised, with sides scarcely divergent posteriorly, excavated; lobes long and moderately broad, free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge meeting side of lobe at middle; collar with anterior margin arcuate. Propodeum of male with petiolar area large, about half total area of propodeum, that of females small. Legs with tibiae and tarsal segments not dilated apically. Hind femora and tarsi moderately compressed.

First abdominal segment elongate, sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle relatively strong and evident posterior to spiracle.

Figures 1-3. Modified articles of antennal flagellum of males: 1 *Euceros pruinosus*, 2 *kiushu sis*, 3 *sensibus*.

Body moderately punctate.

Colour mostly black. Head fulvous; area bounding clypeal fovea piceous; mandible fulvous, at apex piceous; vertex, occiput dorsally black; antenna ferrugineous, modified flagellar articles 10 to 14 paler and with tooth-like projections black. Thorax black, the following fulvous: pronotal collar, mesoscutum at apical corners and in basal third at middle of each side with longitudinal band, scutellum at sides and apex, postscutellum except narrowly at base, mesopleuron broadly transversely, subtegular ridge, mesepimeron. Front and middle legs fulvous, femora and tibiae lightly tinged ferrugineous. Hind legs piceous, coxae each at apex and trochanters fulvous, first trochanters partly tinged fuscous, femur at immediate apex and tibia at immediate base slightly lighter ferrugineous. Abdominal tergites black, each at apex narrowly transversely fulvous, towards sides somewhat more broadly; first tergite at base narrowly transversely fulvous; seventh tergite paler piceous.

FEMALE

Head black; face medially with ferrugineous maculation, frontal and temporal orbits each with small fulvous tinged ferrugineous maculation; antennae dark ferrugineous. Thorax black, with fulvous maculation only on mesoscutum at apical corners of median lobe and on scutellum and postscutellum. All coxae and trochanters black, front legs paler piceous. Abdominal tergites mostly black, each with narrow fulvous or ferrugineous apical band, broader at sides, that of first tergite more extensive, narrowed to completely interrupted medially.

LARVA

Cephalic structures of last instar (Fig. 29). Cephalic structures moderately sclerotized. Epistoma complete, lightly sclerotized. Area between posterior pleurostomal process and hypostomal spur not expanded, instead narrowly angulate. Outer margin of pleurostoma and hypostoma with area proximal to adjoinment broadly, shallowly arcuate. Apex of hypostomal spur meets stipital sclerite at or slightly basad middle. Anterior hypostomal process scarcely discernible. Mandible moderately sclerotized, sides of blade moderately divergent towards base, body with each side arcuate. Silk press not sclerotized, scarcely discernible. Labial sclerite about as long as wide. Prelabial sclerite present and strongly sclerotized.

VARIATION

There is considerable variation in colour of *adults. Some specimens are* paler, i.e. piceous or dark ferrugineous, and the fulvous maculations are somewhat more extensive. Some specimens are darker, i.e. almost entirely black and with paler maculations less extensive.

REMARKS

The tyloids on the modified antennal flagellar articles of males of *pruinosus* and *kiushuensis* appear oval instead of linear and are arranged in transverse rows. The apical and basal margins of the modified articles are oblique in relation to the longitudinal axis in members of the two species and in *sensibus*. The sides of the expanded articles of males of *pruinosus*, *kiushuensis*, *sensibus*, and *tunetanus* are rounded and the apices are not expanded laterally beyond the margin of each proximal article. Specimens of *pruinosus* are most similar in general appearance and colouration to those of *kiushuensis*. There are no tooth-like projections on the modified antennal articles of males of *kiushuensis* whereas tooth-like projections are present on the inner and outer margins of *pruinosus*. The pronotal process of specimens of *pruinosus* is deeply incised apically and the lobes are long whereas the process of *kiushuensis* individuals is shallowly incised and the lobes are short. The apical transverse band of each abdominal tergite of *pruinosus* females is narrow whereas that of *kiushuensis* females is very broad and prominent. The pale maculations of specimens of *kiushuensis* are much more extensive than those of *pruinosus* specimens which are mostly black.

Specimens of *pruinosus*, *kiushuensis*, and *serricornis* are transcontinental in the Palaearctic. These represent the only Palaearctic species in which the ground colour is black and in which there are considerable pale maculations. Also there is considerable variation in extent of maculation within each of these species. Other specimens representing species confined to Japan are mostly black, with distinct but limited pale maculations and these species are less variable than the transcontinental *pruinosus*, *kiushuensis*, and *serricornis*.

The specimen described by Morley (1911) as a male *unifasciatus*, the first description of a male, and erroneously labelled «type», from Haven Street in the Isle of Wight, 28 June, 1907, is a female *pruinosus*. Morley noted the explanate antenna so possibly the specimen is incorrectly labelled and is not the one that was before him. However it seems more likely that the specimen did not have antennae when Morley described it. The front of the head has been destroyed by dermestids. Morley noted that *unifasciatus* was distinct from *serricornis*. If Morley's association

Isle of Wight specimen is correct then all
ɔcimens of *pruinosus* and not of *egregius*
cornis) as suggested by Vollenhoven (1878).
ıoven's description of *unifasciatus* fits
ens of *pruinosus* better than those of *ser-*
:, particularly his description of the abdom-
ɔlack except interrupted by a white band
ıde of the first segment, the following
ıts yellow-ochre anteriorly, whereas all
: of *serricornis* individuals have a fulvous
ɔand. Vollenhoven did not note the red side
ɔropodeum of *serricornis* specimens.

:

cimens have been reared from ichneumo-
both sawflies and Lepidoptera. These are
ı *piniperda* (Westwood 1840), under *cras-*
:; *Boarmia* sp. pupa (Glowacki 1966),
uperbus; Callimorpha dominula L. (Kriech-
· 1888); *Carinthia afritzer* See.; *Cidaria*
ıta Schiff. larvae (Brischke 1878), under
ɔrnis; Croesus varus Vill.; *Deilinia pusaria*
ɔa under specimen; *Demas coryli* (L.),
· — *Ophion* sp. cocoon, probably *Ophion*
L. (Glowacki 1966), under *superbus*; *Eu-*
nebulata Scop., primary — Campople-
sp.; *Eupithecia abbreviata* Steph. larvae
1911), under *crassicornis; Gilpinia*
ıkeuchi larva (Uchida 1955), under *nigri-*
tellus; Lymantria dispar (L.), primary —
ampe disparis (Viereck) (see Finlayson
ig. 66); *Neodiprion sertifer* Geoffr.; Ten-
idae sp.; *Trichiosoma latreilli*, primary —
ınus striatus (Varley 1964), under *uni-*
ıs; Zephyrus quercus (L.) (Giraud and
bène 1877), under *crassicornis;* primary —
iini sp., probably *Lamachus* sp. (Fig. 33);
ın needles of *Pinus griffithii* McClelland.

following last instars were extracted from
ıaterial, studied, and determined: *Ophion*
m *Demas coryli*, Campopleginae sp. from
ıca *nebulata, Phobocampe disparis* from
ria dispar, Mesoleiini sp., probably *La-*
ı sp. (Fig. 33).

BUTION

ɔpe, Japan (Fig. 49). Specimens (278)
tudied from Austria, Belgium, Czechoslo-
Denmark, East Germany, England, Finland,
ıpan, Netherlands, Poland, Sweden, Swit-
, USSR, West Germany, Yugoslavia, from
owing museums: AUW, BMNH, CNC, EM,
HKT, IPE, IRSN, IZP, IZPAN, IZW, KU, MZ,
PPI, SVI, USNM, UZM, ZIL, ZMH, ZMHB,
SBS.

Euceros kiushuensis Uchida New status

Euceros (Euceros) sapporensis var. *kiushuensis* Uchida, 1958: 132. Holotype, female, Hikosan, Japan (KU).

Euceros superbus auct. nec Kriechbaumer

ADULT MALE, FEMALE

Body usually large, length 8-14 mm.

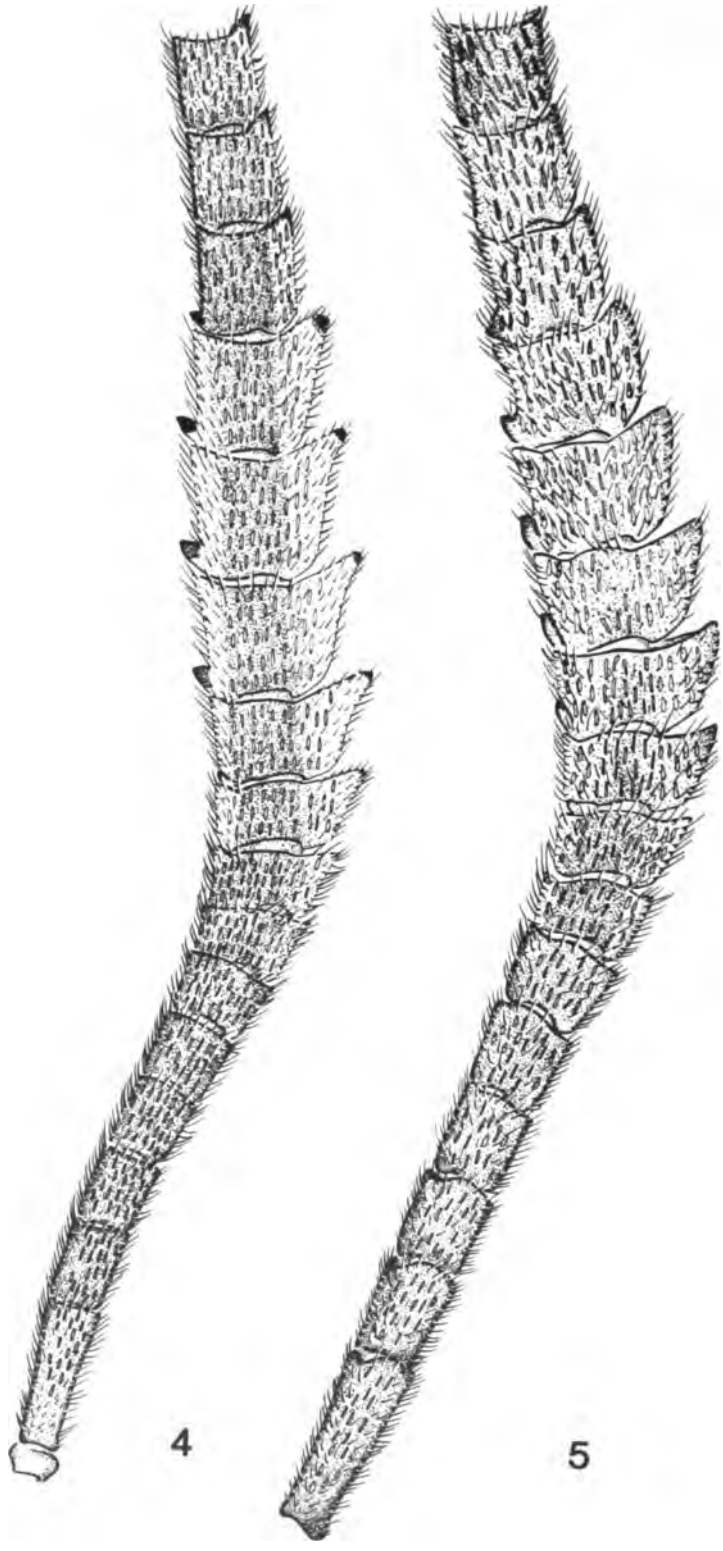
Face elongate, with moderate median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, strongly arcuate, not reflexed, distinctly projecting medially. Mandible with lower tooth distinctly shorter and distinctly narrower than upper. Antenna of male (Fig. 2) with flagellar articles 6 to 15 modified and expanded; 7 to 12 more so but modification not abrupt, each increasingly more modified towards widest median expanded articles. Modified articles broader than long; basal and apical margins oblique in relation to longitudinal axis; sides rounded, not produced outwardly beyond margin of proximal articles, without tooth-like projections; interval between each of articles 5 to 14 with small median raised, presumably sensory area; modified articles with tyloids oval and relatively dense, those of rest of articles linear. Antenna of female with flagellar articles 1 to 9 or 10 somewhat longer than broad, terminal articles as broad as or broader than long, 4 to 12 each with basal and apical margins slightly oblique in relation to longitudinal axis.

Pronotal process (Fig. 9) at apex medially very shallowly incised, with sides strongly divergent posteriorly, not excavated; lobes very short and moderately broad, free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge meeting side of lobe at apex; collar with anterior margin subtruncate. Propodeum with petiolar area large, about half total area of propodeum. Legs with tibiae and tarsal segments not dilated apically. Hind femora and tarsi moderately compressed.

First abdominal segment elongate, sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle. Tergites 2 to 5 of males with distinct raised area medially at base and on each side.

Head, including vertex, moderately punctate. Thorax finely, rather densely punctate. Abdominal tergites moderately punctate.

Colour black, with extensive fulvous and fulvoferrugineous maculations. Head fulvous; mandibles each at apex piceous; area bounding ocelli black; occiput dorsally piceous; frons imdiately above antennal sockets piceous; an-



Figures 4,5. Modified articles of antennal flagellum of males: 4 Euceros serricornis, 5 pectinis.

e ferrugineous, modified articles mostly ɔd piceous. Thorax fulvous, the following : pronotum dorsally, mesoscutum with small lation each side at apex and with a larger ate band medially and each side extending ɜe, scutellum with elongate band from base ds apex, mesopleuron with maculation in l part, mesosternum with small median lation, propodeum at basal area and apex of ar area, lower division of metapleuron at or corner. Legs fulvous, hind legs with coxae t fuscous, femora each on outer surface at with fuscous maculation, tibiae ferrugineous, larker. Abdominal tergites fulvoferrugineous, with broad piceous basal band.

ıLE

dominal segments much broader than long; somewhat more coarsely punctate than that ıles. Colour black with extensive fulvofer- ɜous maculations. Head fulvoferrugineous, medially, mandibles except at apex, vertex, ɔcciput piceous; clypeus at basal corners a small ferrugineous spot; antennae dark ɟineous. Thorax mostly black, the following errugineous: mesoscutum at apical corners ıt each side medially, scutellum except at e, postscutellum, mesopleuron at subtegular hind margin of mesonotum, mesepimeron lly, propodeum at sides. Legs mostly fulvous ɪ ferrugineous, front and middle coxae on surface with ferrugineous maculation. Hind ɪark ferrugineous; coxae black, ventral sur- lighter; trochanters fulvous; femur at base ɹter surface with piceous maculation; tibia ex and tarsi fuscoferrugineous. Abdominal ɜs piceous, each with broad apical fulvofer- ɜous band, broader medially and at lateral ıns.

ʌTION

ɔme specimens are paler, with piceous re- d by ferrugineous and fulvoferrugineous or ɹs. The extent of dark maculation varies and ale bands on the abdominal tergites of some es are less extensive.

ʌRKS

ɔecimens can be distinguished from those *uinosus* by the diagnostic characters given r that species.

ΓS

ɔecimens have been reared from *Dasychira ɔunda* L., also from *Liparis dispar* (L.), primary *posoter disparis Viereck.*

DISTRIBUTION

Europe, Japan (Fig. 49). Specimens (66) were studied from Czechoslovakia, East Germany, Hungary, Italy, Poland, Romania, Switzerland, USSR, West Germany, from the following museums: BMNH, HKT, IZPAN, PPI, SVI, USNM, UZM, ZI, ZSBS. Specimens in addition have been recorded from France and Japan.

Euceros sensibus Uchida

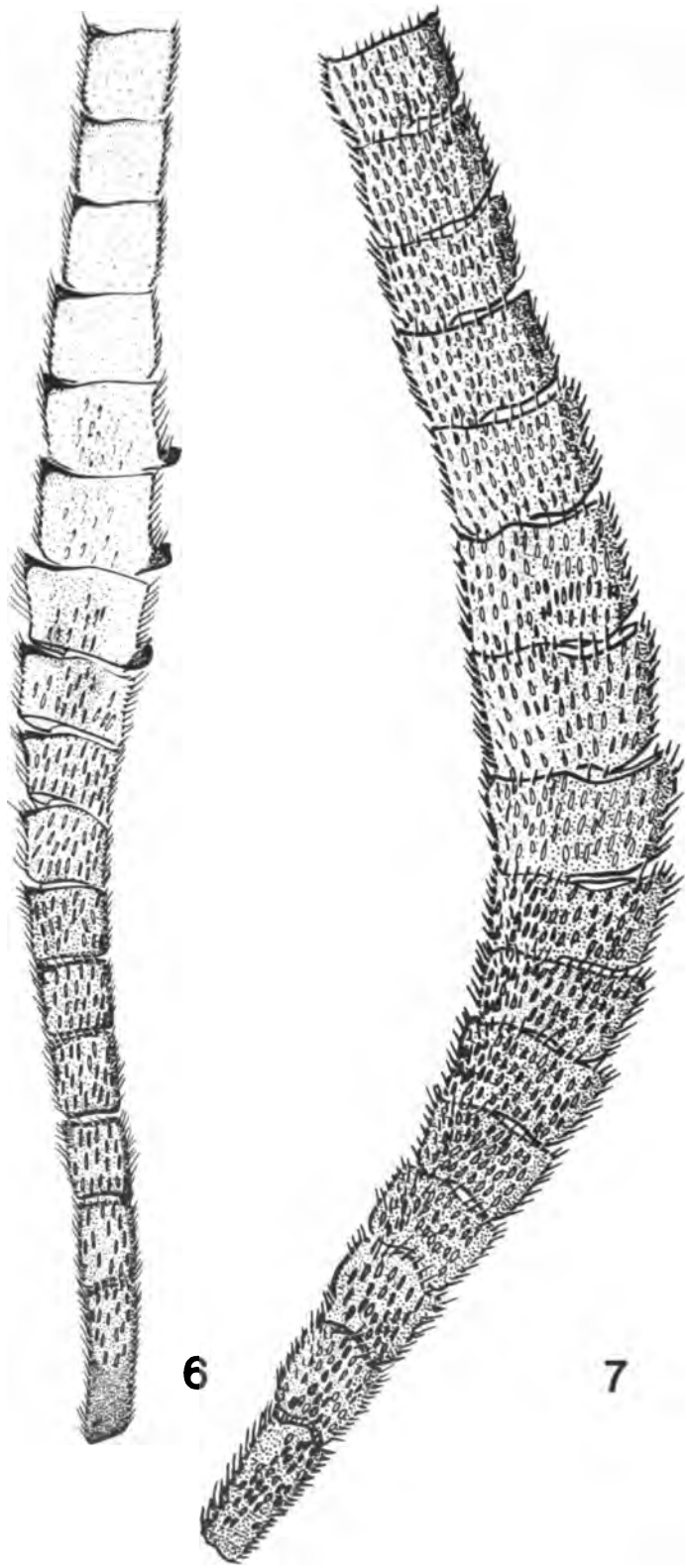
Euceros sensibus Uchida, 1930: 276. Lectotype, female, Tokyo, Japan, (Hokkaido U., Sapporo). Townes, Momoi, and Townes, 1965: 117.
Euceros (Euceros) sensibus; Uchida, 1958: 133.

ADULT MALE, FEMALE

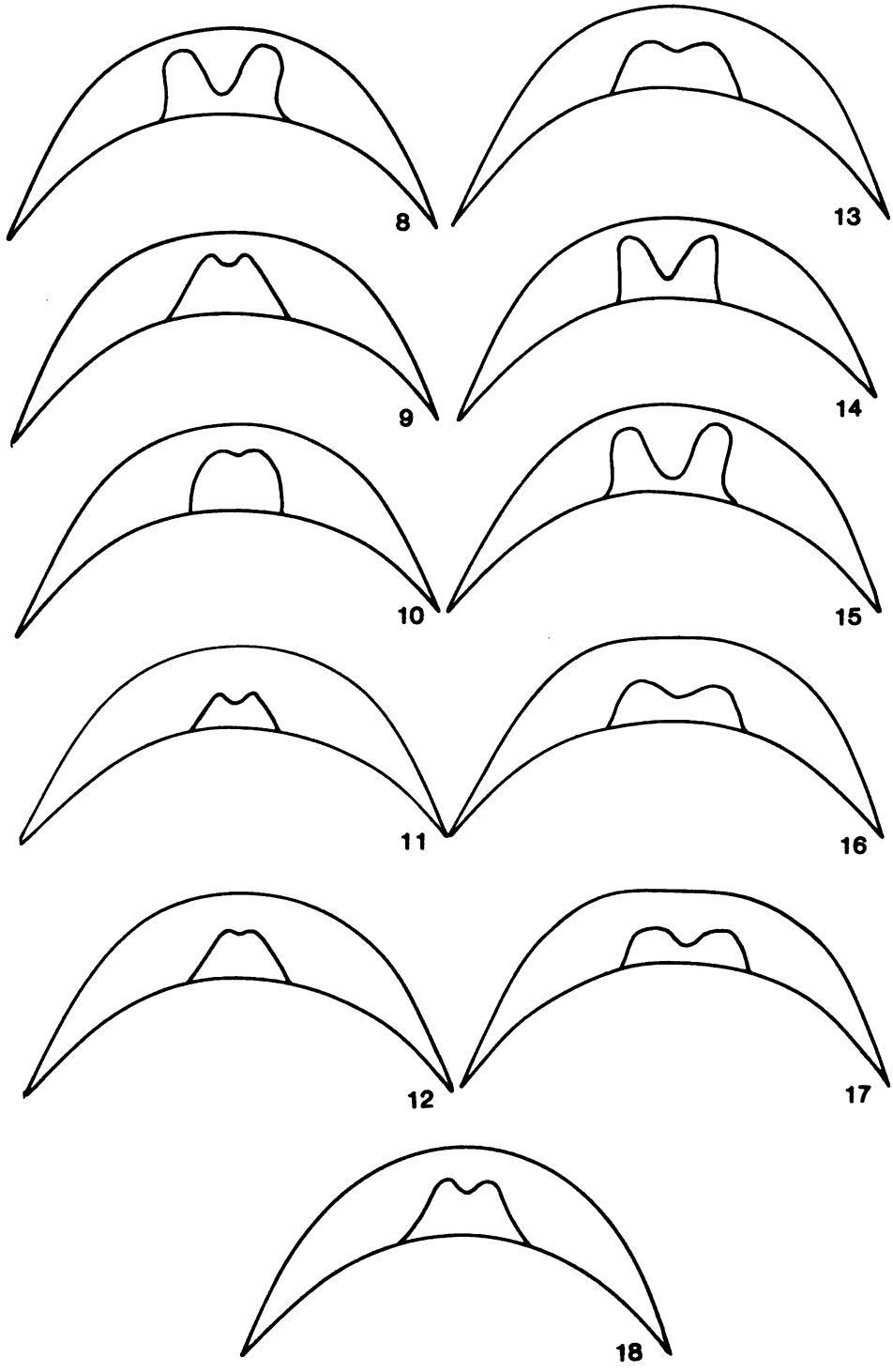
Body moderate in size, length 6-11 mm.

Face moderate in length, without median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, strongly arcuate, not reflexed. Mandible with lower tooth very slightly shorter, slightly narrower than upper. Antenna of male (Fig. 3) with flagellar articles 9 to 15 modified and expanded; 6 to 8 and 16 to 21 also modified but much less so, each increasingly modified towards widest median expanded articles. Modified articles broader than long; basal and apical margins oblique in relation to longitudinal axis, 9 and 13 each with apical margin somewhat sinuate, 10 to 12 each with apical margin arcuate; modified articles with sides rounded, not produced outwardly beyond margin of proximal articles; 9 to 15 each at outer apical corner with prominent, but small, piceous tooth-like projection, scarcely projecting beyond apical border of each article, contrasting with ferrugineous ground colour; articles 6 to 8 and 16 to 21 each with smaller, indistinct tooth-like projection; inner margins of modified articles without tooth-like projections; articles 10 to 15 each at base with narrow median transverse band that is rugose punctate and piceous, contrasting with ground colour of each article; modified articles with linear, not particularly dense tyloids. Antenna of female with flagellar articles 1 to 9 or 10 longer than broad; terminal articles as broad as or broader than long; median articles distinctly flattened and expanded, each with basal and apical margins slightly oblique in relation to longitudinal axis.

Pronotal process (Fig. 10) at apex medially very shallowly incised, with sides scarcely divergent posteriorly, excavated; lobes very short and narrow, free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge meeting side of lobe at apex; collar with anterior margin arcuate. Pron-



Figures 6,7. Modified articles of antennal flagellum of males: 6 Euceros clypealis, 7 albitarsu



Figures 8-18. Apex of pronotum: 8 *Euceros pruinosus*, 9 *kiushuensis*, 10 *sensibus*, 11 *tunetanus*, 12 *madecassus*, 13 *albitarsus*, 14 *serricornis*, 15 *latitarsus*, 16 *pectinis*, 17 *clypealis*, 18 *brevinervis*.

odeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae not dilated apically, tarsal segments moderately dilated apically, hind basitarsi more strongly. Hind femora and tarsi moderately compressed.

First abdominal segment elongate, sides strongly divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle.

Head, including vertex, moderately punctate. Thorax finely punctate; mesopleuron very finely, sparsely punctate. Abdominal tergites finely punctate, somewhat more coarsely and densely than thorax.

Colour mostly black, with fulvous maculations. Head black and fulvous, the following fulvous: face at apex, clypeus except at apical margin piceous and strongly contrasting, frontal orbits, temporal orbit with a small maculation. Mandibles ferrugineous, each at base and apex piceous. Antennae ferrugineous, median modified articles each at base and tooth-like projections piceous. Thorax black, mesoscutum with small fulvous spot on median lobe and on each lateral lobe at apical corner. Legs with coxae and first trochanters black. Front legs with second trochanter on ventral surface with fulvous spot; femora ferrugineous, each at base piceous. Middle legs with femora piceous. Front and middle legs with tibiae ferrugineous, tarsi fulvoferrugineous. Hind legs piceous, terminal tarsal segments somewhat paler. Abdominal tergites black; first and second at apical corners with relatively large, strongly contrasting fulvoferrugineous spot; third at apical corners with small fulvoferrugineous spot.

FEMALE

Face black except facial orbits which are fulvous. Antennae piceous, increasingly paler medially, darker apically. Mesoscutum entirely black.

VARIATION

The amount of fulvous maculation on the face of males varies from the entire ventral part fulvous to only a narrow fulvous band above the clypeus in addition to the fulvous band on the facial orbits. The face of some males is completely black except the facial orbits. The mesoscutum is sometimes entirely black. The extent of maculation on the second abdominal tergite varies from absence to occupying most of the area at the sides. The amount of maculation on the mesoscutum is less extensive in some specimens. The maculation on the third abdominal tergite varies in size and is *sometimes absent.*

The single female from Formosa is somewhat different. The clypeal margin is almost subtruncate instead of arcuate and the body is more finely punctate, the face sparsely, finely punctate and fulvous. The differences suggest those representative of a separate population rather than a separate species.

REMARKS

Specimens are mostly black and there is a strongly contrasting fulvous maculation on each side of abdominal tergites 1 to 3. This is the only mostly black Japanese species having the male antenna as in *pruinosus* and *kiushuensis*, i.e. with the apical and basal margins of the modified articles oblique in relation to the longitudinal axis, and with the sides rounded and not projecting laterally. The sides of the first abdominal segment are strongly divergent apically.

DISTRIBUTION

Japan, Nepal, Formosa, Kuriles (Fig. 49). Specimens (82) were examined from the following localities:
Formosa (1): Arisan, 25-V (HKT).
Japan (80): Hokkaidó, Akan, Kushiro Pref., 31-VII (KU), Daisetsu, Aizankei, 1000 m, 19, 31-VII (KU), Fujigawa, Tokachi, 14-VII (KU), Mt. Daisetsu, Aizankei, 19-VII (KU), Nukabira, Tokachi, 24, 25-VII (KU); Honshú, Chigasaki, Kanagawa Pref., 11-VII (KU), Kamikochi, Nagano Pref., VII (HKT), 20-VII (KU), Kiyose, Tokyo, 25-IV, 8-V (CNC), Mt. Naeba, 4-VII (KU), Mt. Norikura, Fukui Pref., 200 m, 31-VII (HKT), Yokohama, Kanagawa Pref., IV (HKT); Kyúshú, Kamikawa, Aizenkei, Murasemenotaki, 7-VIII (KU), Mt. Takachiho, Kagoshima Pref., 7-IV (KU); no locality, 30-VI, 5, 11, 30-VII (KU).
Nepal (1): 2 mi. sw Ulleri, 6000-7000 ft., 18-V (BMNH).

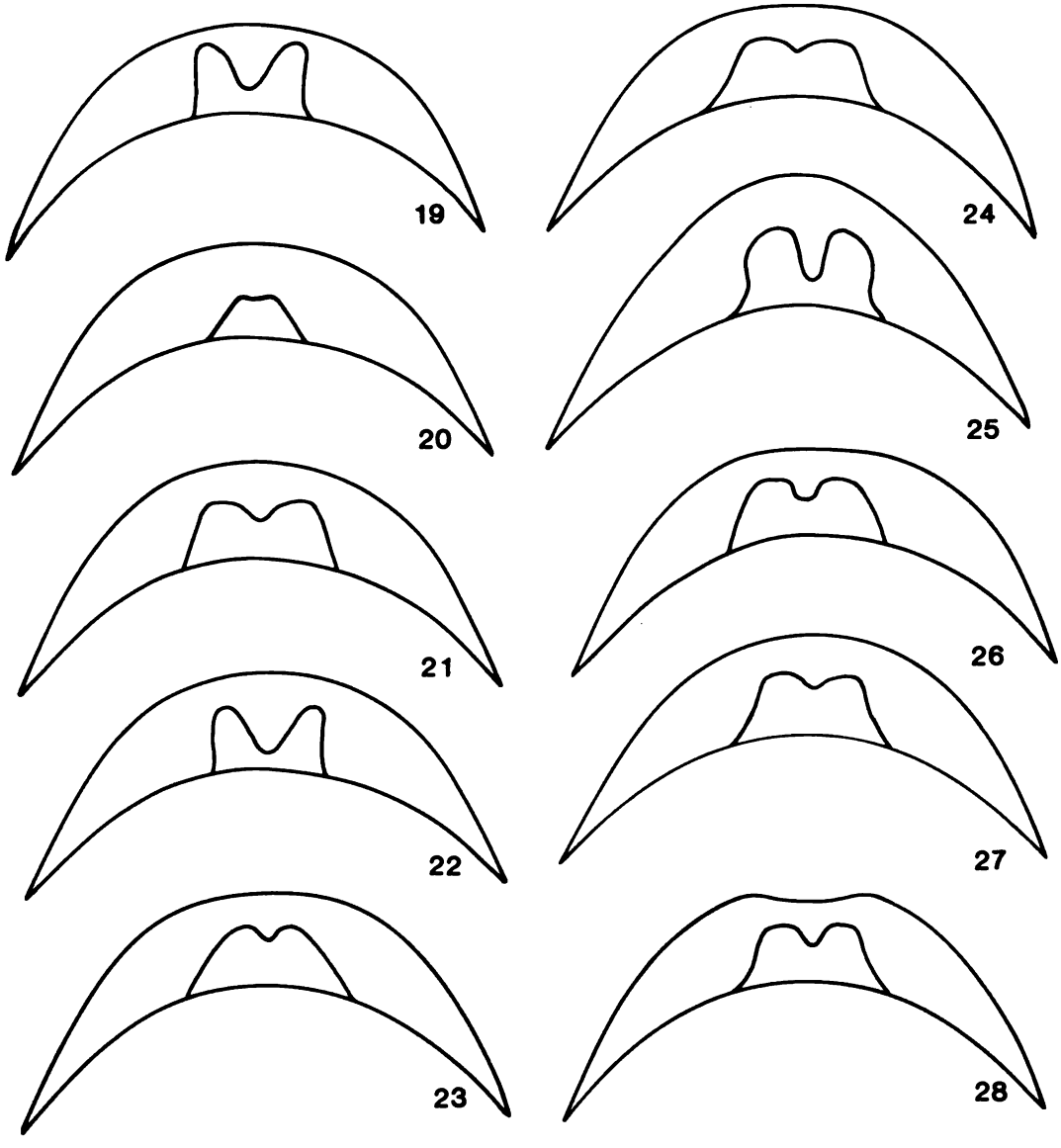
Euceros tunetanus (Schmiedeknecht)

Eumesius tunetanus Schmiedeknecht, 1900: 242.
Types, male, female, Tunis, Tunisia.
Euceros tunetanus; Schmiedeknecht, 1912: 2499.

ADULT MALE, FEMALE

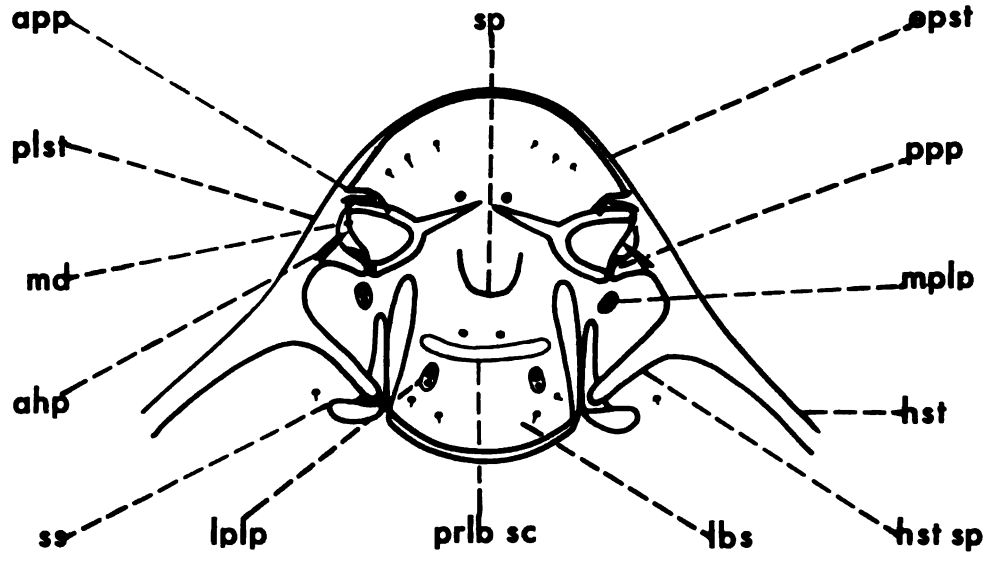
Body moderate in size, length 7-10 mm.

Face elongate, with moderate median bulge. Clypeus (Fig. 38) strongly demarked from face by a distinct, relatively deep groove; apical margin sharp, at middle subtruncate, reflexed. Mandibles narrow, elongate; each with lower tooth much shorter and much narrower than upper. Antenna of male (Figs. 36, 37) with flagellar articles 11 to

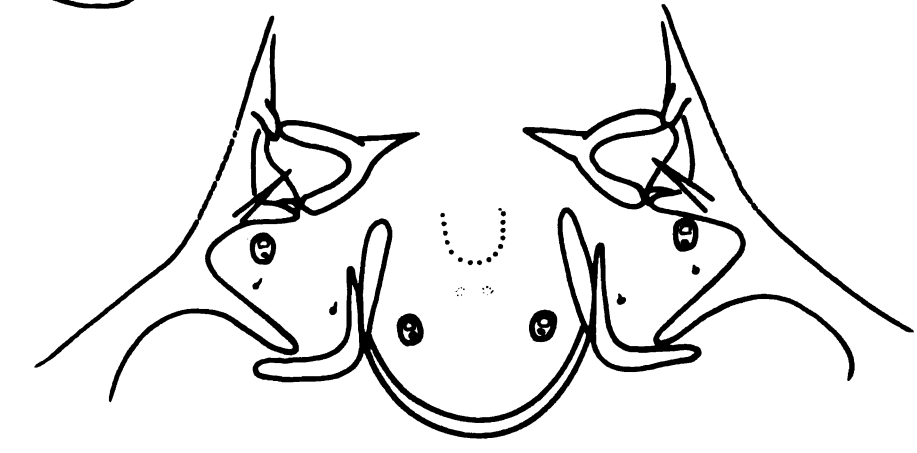


Figures 19-28. Apex of pronotum: 19 *Euceros rufocinctus*, 20 *dentatus*, 21 *croceus*, 22 *maculicornis*, 23 *signicornis*, 24 *melleus*, 25 *incisurae*, 26 *coxalis*, 27 *ruficeps*, 28 *annulicornis*.

14 modified and expanded. Modified articles elongate; basal and apical margins at right angles to longitudinal axis; 8 to 10 with basal and apical margins slightly oblique in relation to longitudinal axis; modified articles with sides rounded, not produced outwardly beyond margin of proximal articles; 11 to 14 each at outer apical corner with a very small, indistinct tooth-like projection and with a median basal tooth-like projection; 12 to 14 each at inner basal corner with a small piceous tooth-like projection, contrasting with ground colour; modified articles with sparse, linear tyloids (Fig. 37), those of rest of articles more dense. Antenna of female with flagellar articles 1 to 6 longer than broad, 7 to 9 as broad as long, terminal articles broader than long.



29



30

Figures 29,30. Cephalic structures of last instar larvae: 29 *Euceros pruinosus*, 30 *serricornis*. Legend: ahp, anterior hypostomal process; app, anterior pleurostomal process; epst, epistoma; hst, hypostoma; hst sp, hypostomal spur; lbs, labial sclerite; lplp, labial palps; md, mandible; mplp, *maxillary palps; plst, pleurostoma*; ppp, posterior pleurostomal process; prlb sc, prelabial sclerite; *sp, silk press; ss, stipital sclerite.*

otal process (Fig. 11) at apex medially allowly incised, with sides strongly diver- steriorly, not excavated; lobes very short row, each with anterior margin arcuate; ical ridge meeting side of lobe at middle; vith anterior margin subtruncate. Prop- with petiolar area small, less than half ea of propodeum. Legs with tibiae not apically, tarsal segments, particularly hind i, strongly dilated apically. Hind legs with strongly, tarsi moderately compressed. ters flattened, particularly second hind ter (Fig. 39) which is modified into a promi- ite with raised border; the border particu- ominent at apical margin.

abdominal segment elongate, sides slight- gent apically. First tergite on each side ina between base and spiracle not evident r to spiracle.

l, including vertex, coarsely, densely e. Thorax, particularly at sides, finely, / punctate. Abdominal tergites coarsely, punctate.

ur mostly black. Head black, the follow- ous: face medially, cheeks, clypeus except l margin ferrugineous, mandibles except t immediate base and apex piceous, a spot sometimes on frons behind antennal , a large spot on each temporal orbit, and frontal orbits. Antennae mostly fer- us; scape and pedicel mostly piceous; · articles 1 to 10 piceous; modified arti- to 13 and part of 14 fulvoferrugineous, oad longitudinal black band near outer and a narrow longitudinal black band middle and inner margin; median and l tooth-like projections dark ferrugineous. mostly black, mesoscutum entirely black ical corners of median and lateral lobes all fulvous maculation, scutellum at apex rugineous, postscutellum black or fulvofer- us. Legs mostly ferrugineous, coxae black. nd middle legs with trochanters on outer piceous, on inner surface ferrugineous. nal tergites black.

E

, frons, and vertex black; clypeus black, ical margin ferrugineous; cheeks medially Antennae ferrugineous; scape and pedi- ous; first flagellar piceous, at apex fer- us; median articles strongly tinged pi- Thorax without fulvous maculations on utum.

KS

imens are easily distinguished from those · species of the genus by the large, flat, plate-like second trochanters of the hind legs and by the clypeus which is distinctly separated from the face by a groove. The modified articles of the antennal flagellum of males are elongate as in *madecassus* and *serricornis*. The mandibles are elongate and the lower tooth is much shorter than the upper. The plate-like second trochanters are similar to those of the Nearctic pionine *Trematopygus semirufus* (Cresson).

DISTRIBUTION

North Africa (Fig. 49). Specimens (10) were examined from the following localities:
Algeria (5): Biskra, III (ZSBS), 23-III (BMNH).
Libya (1): Agedabia, Cyrenaica, 4-31-III (BMNH).
Tunisia (4): Carthage (BMNH, HKT); no locality (IRSN).

Euceros madecassus Seyrig

Euceros madecassus Seyrig, 1934: 24. Type, female, Anivorano, Madagascar (Paris). Townes and Townes, 1973: 59.

ADULT MALE, FEMALE

Body moderate in size, length 9-11 mm.

Face moderately elongate, without median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, strongly arcuate, not reflexed. Mandible with lower tooth slightly shorter but slightly broader than upper. Antenna of male (Fig. 40) with flagellar articles 8 to 12 modified and expanded; flagellar article 1 elongate, 2 to 5 also elongate but shorter than first, 10 and 11 noticeably elongate, 1 to 5 not strongly flattened, 8 to 12 strongly flattened; article 9 with basal and apical margins noticeably oblique in relation to longitudinal axis, those of articles 10 to 12 at right angles to longitudinal axis. Modified articles with sides straight, not produced outwardly beyond margin of proximal articles; articles 7 to 9 with piceous slightly raised transverse margination at outer apical corner, articles 10 and 11 with this area developed into small piceous tooth-like projection, more strongly contrasting with base colour; articles 8 to 12 with tyloids sparse, linear, those of rest of articles dense, the articles appearing rugose. Antenna of female with flagellar articles except terminal ones distinctly longer than broad.

Pronotal process (Fig. 12) at apex medially very shallowly incised, with sides strongly divergent posteriorly, not excavated; lobes very short and moderately broad, each with anterior margin arcuate, with a transverse apical ridge; lateroapical ridge meeting side of lobe at apex; collar

with anterior margin arcuate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae and tarsal segments not dilated apically. Hind legs with femora moderately compressed, tarsi rounded. Front wing (Fig. 48) with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein short.

First abdominal segment elongate, sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle.

Body very finely, sparsely punctate and shining; mesopleuron practically impunctate.

Colour mostly fulvous. Head pale fulvous, mandibles each at apex ferrugineous, area bounding ocelli black, occiput dorsally each side with piceous maculation; antenna with scape and pedicel on outer surface piceous, on inner surface fulvous, flagellar articles ferrugineous, modified articles each on outer margin fulvous, tooth-like projections black, articles on inner margin ferrugineous with two narrow longitudinal piceous bands. Thorax pale fulvous, mesoscutum at base, median and lateral lobes near apex, and first lateral areas of propodeum each with black spot. Legs pale fulvous, hind tibiae and basitarsi slightly darker, basitarsus at apex and terminal tarsal segments darker and tinged ferrugineous. Abdominal tergites pale fulvous, tergites 3 and 4 each side near base with small black spot.

FEMALE

Females are similar to males, differing only in the usual sexually dimorphic characters, i.e. less modified antennae and shorter, broader first abdominal segment. The punctation and colouration are similar. Antennae dark ferrugineous, scape and pedicel each on posterior surface fulvous.

REMARKS.

Specimens are easily distinguished by the finely, sparsely punctate and shining body and the pale fulvous colouration. The lower tooth of the mandible is broader than the upper as in *clypealis* whereas the lower tooth of most species is subequal or usually narrower than the upper. The sides of the modified articles of the antennal flagellum of males are straight but are not expanded laterally and the articles are elongate.

DISTRIBUTION

Madagascar (Fig. 49). Specimens (5) were examined from the following localities:
Madagascar: near Rogez, 900 m, XI (HKT); Rogez *(BMNH)*.

Euceros albitarsus Curtis

Euceros albitarsus Curtis, 1837: 660. Holotype, male, Northamptonshire, near Milton, England (NMV, Melbourne). Wesmael, 1840: 362; Giraud, 1857: 166; Kriechbaumer, 1888: 198; Bignell, 1897: 158; Dalla Torre, 1901: 326; Morley, 1911: 283; Schmiedeknecht, 1912: 2499; Perkins, 1961: 726.

Euceros dimidiatus Brullé, 1846: 117. Types, male, female. Syn. of *albitarsus* by Kriechbaumer 1888.

Euceros crassicornis; Vollenhoven, 1880: 53, pl. 33 (not Gravenhorst). Syn. of *albitarsus* by Dalla Torre, 1901.

ADULT MALE, FEMALE

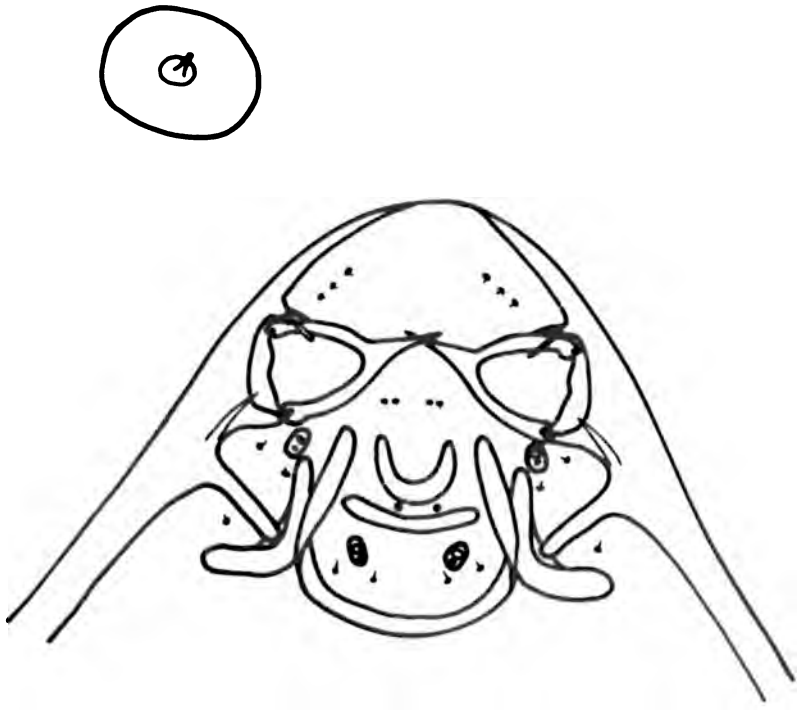
Body moderate in size, length 7-12 mm.

Face moderate in length, without median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, strongly arcuate, not reflexed. Mandible with lower tooth slightly shorter and slightly narrower than upper. Antenna of male (Fig. 7) with flagellar articles 7 to 11 not abruptly modified in relation to proximal articles, broader than long; basal and apical margins at right angles to longitudinal axis, sides straight; 7 to 11 produced outwardly beyond margin of each proximal article but not strongly; 4 to 14 each at outer apical corner with indistinct tooth-like projection, at inner basal corners without evident tooth-like projections; tyloids linear. Antenna of female with flagellar articles 1 to 12 longer than broad, terminal articles as broad as or broader than long.

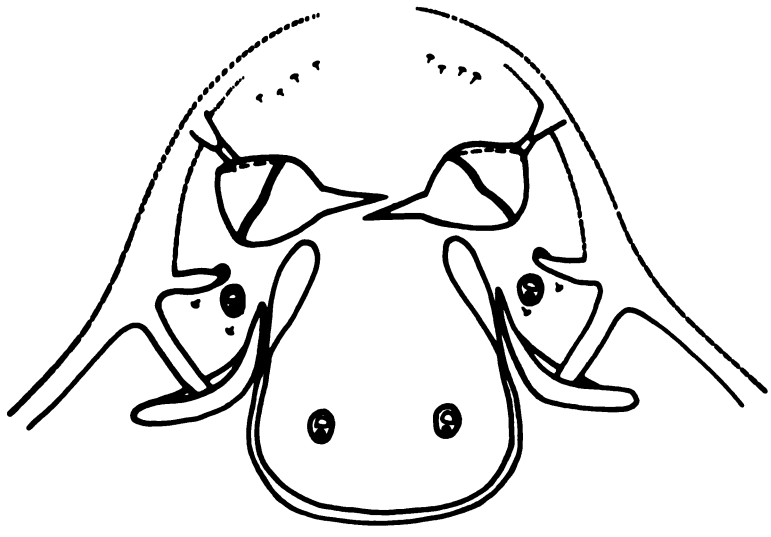
Pronotal process (Figs. 13, 47) at apex medially shallowly incised, with sides strongly divergent posteriorly, not excavated; lobes short and moderately broad, free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge absent; collar with anterior margin arcuate. Propodeum with petiolar area almost half total area of propodeum. Legs with tibiae and tarsal segments not dilated apically. Hind femora and tarsi moderately compressed.

First abdominal segment moderate in length, sides slightly divergent apically. First tergite with median basal carinae meeting in basal third, at middle tergite distinctly elevated, at apex of elevation with distinct impression; each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle.

Body coarsely, densely punctate. Head, including vertex, coarsely punctate. Thorax, including mesopleuron, coarsely, densely punctate. Abdominal tergites coarsely, densely punctate.



31



32

Figures 31, 32. Cephalic structures of last instar larvae: 31 Euceros albitarsus, 32 coxalis.

Colour black and ferrugineous, with pale fulvous maculations. Head black; face fulvous; frons immediately behind antennal sockets with small, median, longitudinal fulvous band. Mandibles pale fulvous tinged ferrugineous, each at apex piceous. Antennae with scape and pedicel piceous, flagellar articles dark ferrugineous, modified articles on inner margin with longitudinal pale ferrugineous band. Thorax black, the following pale fulvous: mesoscutum at sides of median lobe apically, lateral lobes apically; subtegular ridge; mesopleuron at anterior margin medially. Mesepimeron dark ferrugineous. Front and middle legs ferrugineous, coxae and first trochanters each on outer surface fulvous. Hind legs with coxae and trochanters piceous, femora ferrugineous, tibiae and tarsi ferrugineous or piceous, basitarsus at apex and terminal tarsal segments pale fulvous. Abdomen with first tergite black, at immediate apex with narrow transverse ferrugineous band, terminal tergites ferrugineous.

FEMALE

Head black, cheeks proximad mandibles with ferrugineous or fulvous maculation, facial orbits with narrow fulvous band, temporal orbits each with small fulvous tinged ferrugineous maculation, antennae dark ferrugineous. Thorax entirely black. Legs as in male but somewhat darker, without fulvous maculations, and hind tarsal segments with fulvous replaced by ferrugineous. Abdominal colouration as in male.

LARVA

Cephalic structures of last instar (Fig. 31). Cephalic structures relatively strongly sclerotized. Epistoma complete, lightly sclerotized. Area between posterior pleurostomal process and hypostomal spur expanded, broad, not narrowly angulate. Outer margin of pleurostoma and hypostoma with area proximal to adjoinment forming a continuous straight line. Apex of hypostomal spur meets stipital sclerite at or slightly basad middle. Anterior hypostomal process near base of hypostomal spur distinct. Mandible moderately sclerotized, sides of blade moderately divergent towards base, body with each side arcuate. Silk press lightly sclerotized. Labial sclerite about as long as wide. Prelabial sclerite present and strongly sclerotized.

VARIATION

The legs of some adults, especially some females, are somewhat paler, piceous replaced by ferrugineous. The face of some females at the ventral margin on each side bears a fulvoferrugineous maculation. The thorax of some females is ferrugineous and with a small fulvous maculation at the apical corners of the median lobe and the apex of each lateral lobe of the mesoscutum, and with another small fulvous maculation on the mesopleuron near the anterior margin medially.

REMARKS

Specimens can be distinguished from those of the other western Palaearctic species by the pale fulvous terminal segments of the hind tarsi. The sides of the modified articles of the antennae are produced laterally as in *serricornis* and *latitarsus* males; the articles are broader than long as in males of *pectinis*. The sides of the articles are the least projecting of the three species and the tooth-like projections are present only on the outer margin. The antennae are the most similar to those of most Nearctic species. All specimens can be distinguished from the other Palaearctic species by the mostly ferrugineous abdominal tergites. Fitton (1976) noted that the type of *albitarsus* is in the National Museum of Victoria, Melbourne.

HOSTS

Specimens have been reared from the following: *Brachionycha sphinx* Hufn. larvae (these larvae and the adults of *albitarsus* were taken from the leaves of beech in an oak coppice at Bickleigh Woods, near Plymouth, England and were not reared, so the association is indirect) (Bignell 1897); *Erannis defoliaria* Cl., primary — *Dusona* sp. (Fig. 34), *Dusona insignita* (Foerster) according to data on label under specimen; primary — *Ophion* sp. (Fig. 35).

The following last instars were extracted from host material, studied, and determined: *Dusona* sp. (Fig. 34) from *Erannis defoliaria* and *Ophion* sp. (Fig. 35), host unknown.

DISTRIBUTION

Europe (Fig. 49). Specimens (41) were studied from East Germany, England, Japan, Netherlands, Portugal, USSR, West Germany, from the following museums: AUW, BMNH, CNC, FRSE, HKT, IRSN, KU, NMW, SVI, UZM, ZIL, ZSBS. Specimens in addition have been recorded from Austria and France.

Euceros serricornis (Haliday)

Bassus serricornis Haliday, 1839: 117. Lectotype, female, Wicklow, Ireland (NMI, Dublin), by fixation of Morley, 1913: 262; paralectotype, female, same data as lectotype (NMI, Dublin). Morley, 1911: 282; Townes, Momoi, and Townes, 1965: 118.

Euceros grandicornis Holmgren, 1855: 200. Type, male, Bahusia and Dalecarlia, Sweden (Stockholm). Schmiedeknecht, 1912: 2503. Syn. of *egregius* by Dalla Torre, 1901.

Euceros egregius Holmgren, 1855: 201. Lectotype, female, Dalecarlia, Sweden (Stockholm). Capron, 1880: 87; Vollenhoven, 1880: 53, pl. 33; Kriechbaumer, 1888: 198; Dalla Torre, 1901: 326; Schmiedeknecht, 1912: 2501.

Bassus peronatus Marshall, 1876: 194. Type, female, Cadder Wilderness, Scotland (BMNH). Morley, 1906: 438.

Euceros serricornis var. *peronatus*; Morley, 1911: 282.

Euceros sapporensis Uchida, 1932: 163. Holotype, female, Sapporo, Japan (Hokkaido U., Sapporo). Syn. of *serricornis* by Townes, Momoi, and Townes, 1965.

Euceros (Euceros) sapporensis; Uchida, 1955: 5; 1958: 131.

Euceros (Euceros) sapporensis var. *kinugawensis* Uchida, 1958: 131. Holotype, female, Kinugawa, Gumma, Japan (Hokkaido U., Sapporo). Syn. of *serricornis* by Townes, Momoi, and Townes, 1965.

ADULT MALE, FEMALE

Body moderate in size, length 6-11 mm.

Face elongate, without median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, strongly arcuate, not reflexed. Mandible with lower tooth very slightly shorter and very slightly narrower than upper. Antenna of male (Fig. 4) with flagellar articles 7 to 14 modified and expanded; articles elongate, 11 to 18 about as long as broad; basal and apical margins at right angles to longitudinal axis, sides straight; articles 8 to 13 strongly expanded, with apical angles on outer margin strongly projecting and each with small piceous apical tooth-like projection; articles 10 to 13 each with small apical tooth-like projection on inner margin, not produced outwardly beyond base of preceding article; modified articles with tyloids linear. Antenna of female with flagellar articles except terminal ones longer than broad.

Pronotal process (Fig. 14) at apex medially deeply incised, with sides scarcely divergent posteriorly, excavated; lobes long and broad, free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge meeting side of lobe at apex; collar with anterior margin subtruncate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae and tarsal segments not dilated apically. Hind femora and tarsi moderately compressed. Front wing (Fig. 48) with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein short.

First abdominal segment elongate, with sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle strong and extending posterior to basal half of tergite. Tergites 2 to 4 each at sides near base with slight raised area.

Head, including vertex, moderately punctate. Thorax finely punctate, mesopleuron medially practically impunctate. Abdominal tergites moderately punctate.

Colour black, with fulvous and ferrugineous maculations. Head fulvous, the following black: frons in area bounding antennal sockets, temporal orbits narrowly, temple, occiput, and postocciput. Mandibles fulvous, each at apex ferrugineous. Antennae ferrugineous; scape, pedicel, and flagellar articles 1 to 6 piceous; articles 7 to 14 at lateral margins paler; scape and pedicel partly fulvous; modified articles with tooth-like projections piceous and contrasting with ground colour. Thorax black, the following fulvous: median and lateral lobes of mesoscutum each at apex; scutellum broadly medially; postscutellum; pronotum at posterior corner; mesopleuron at anterior margin medially, at posteroventral corner; subtegular ridge; mesepimeron; mesosternum sometimes near anterior margin. Metapleuron ferrugineous except anterior margin black; first lateral areas of propodeum each with fulvoferrugineous maculation. Front legs pale ferrugineous, coxae and trochanters pale fulvous. Middle and hind legs ferrugineous, trochanters and middle coxae pale fulvous. Hind legs with coxae ferrugineous; trochanters pale fulvous; femora pale ferrugineous; tibiae darker ferrugineous, at apex and first two tarsal segments still darker ferrugineous; terminal 3 tarsal segments pale fulvous. Abdominal tergites mostly black, first tergite at sides ferrugineous, tergites 1 to 4 each at sides apically narrowly fulvous.

FEMALE

Frons black, with small median fulvous maculation; face black except at apex medially and each side with small fulvous maculation; cheeks, frontal and facial orbits fulvous. Antennae dark ferrugineous, scape and pedicel fulvous ventrally, basal flagellar articles piceous.

LARVA

Cephalic structures of last instar (Fig. 30). Cephalic structures very lightly sclerotized. Epistoma very lightly sclerotized, not discernible dorsally. Area between posterior pleurostomal process and

hypostomal spur not expanded, instead narrowly angulate. Outer margin of pleurostoma and hypostoma with area proximal to adjonment broadly, shallowly arcuate. Apex of hypostomal spur meets stipital sclerite based middle. Anterior hypostomal process near base of hypostomal spur distinct. Mandible moderately sclerotized, sides of blade moderately divergent towards base, body with each side arcuate. Silk press not discernible. Labial sclerite about as long as wide. Prelabial sclerite not discernible. Integument with a few long setae.

VARIATION

Adults vary in the amount of ferrugineous colouration on the propodeum. The metapleuron and hind coxae of a few specimens are black. Black is sometimes replaced by piceous. There is a small fulvous medial spot immediately above the antennal sockets of some specimens and the scape and pedicel of some specimens are not partly fulvous.

REMARKS

The modified articles of the antennal flagellum are similar to those of *pectinis* and *albitarsus*, with the sides projecting laterally beyond the margins of each proximal article. Those of *serricornis* are strongly projecting though less projecting than those of *pectinis*. The articles are elongate whereas those of *pectinis* and *albitarsus* are broader than long. Specimens of *serricornis* are mostly black and represent the only species in which the metapleuron is usually ferrugineous. The sector of the cubitus of the front wing between the first intercubitus and the second recurrent vein of individuals of *serricornis* is short whereas that of *latitarsus* individuals is more elongate. The hind tarsi of *latitarsus* individuals are more strongly compressed than those of *albitarsus*, *serricornis*, or *pectinis*. Females of *serricornis* can be distinguished from those of *latitarsus* by the ferrugineous metapleuron and the fulvous terminal hind tarsal segments. The metapleuron and hind tarsal segments of *latitarsus* females are black. Fitton (1976) noted that the type of *Bassus serricornis* Haliday was in the National Museum of Ireland, Dublin.

HOSTS

Specimens have been reared from the following: *Nematus cadderensis* larvae feeding on birch (Cameron 1875; Marshall 1876); *Tenthredopsis* sp., primary — Mesoleiini sp., probably *Lamachus* sp. The last instars of Mesoleiini sp. were extracted from the host material, studied, and determined. The *Nematus cadderensis* larvae were collected at Cadder Wilderness, Scotland (Cameron 1875; Marshall 1876). Cameron (1875) also gave Port Glasgow and Greenock, as well as Rannoch and Kinguissie, Scotland as localities.

DISTRIBUTION

Europe, Japan (Fig. 49). Specimens (149) were studied from Austria, Denmark, East Germany, Finland, France, Holland, Japan, Norway, Sweden, USSR, West Germany, Yugoslavia, from the following museums: AUW, BMNH, CNC, CU, EM, FRSE, HKT, IPE, KU, NMW, SVI, UD, USNM, UZM, ZIL, ZMH, ZMHB, ZSBS. Specimens in addition have been recorded from England, Ireland, and Scotland.

Esceros latitarsus n. sp.

ADULT FEMALE

Body moderate in size, length 10-11 mm.

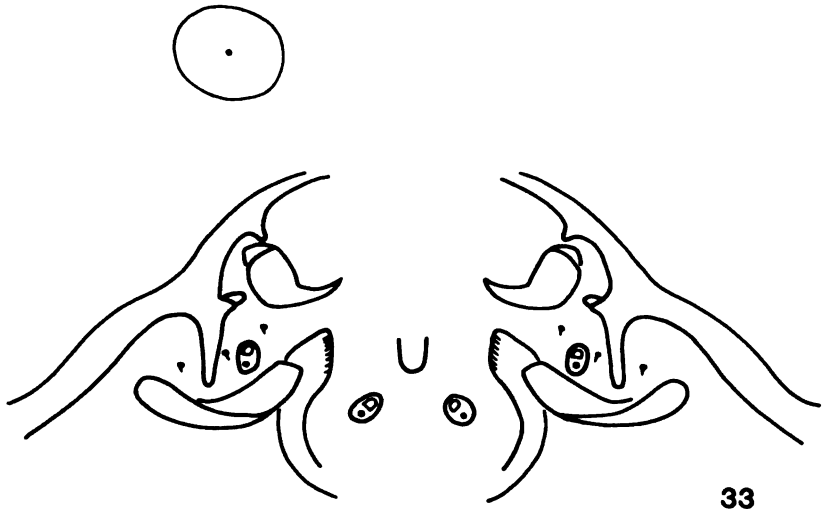
Face elongate, with moderate median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, strongly arcuate, not reflexed. Mandible with lower tooth very slightly shorter and very slightly narrower than upper. Antenna with flagellar articles 1 to 12 longer than broad, terminal articles as broad as or broader than long.

Pronotal process (Fig. 15) at apex medially deeply incised, with sides scarcely divergent posteriorly, excavated; lobes long and moderately broad, free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge meeting side of lobe at apex; collar with anterior margin arcuate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae and tarsal segments not dilated apically. Hind legs with femora moderately compressed, tarsi strongly compressed.

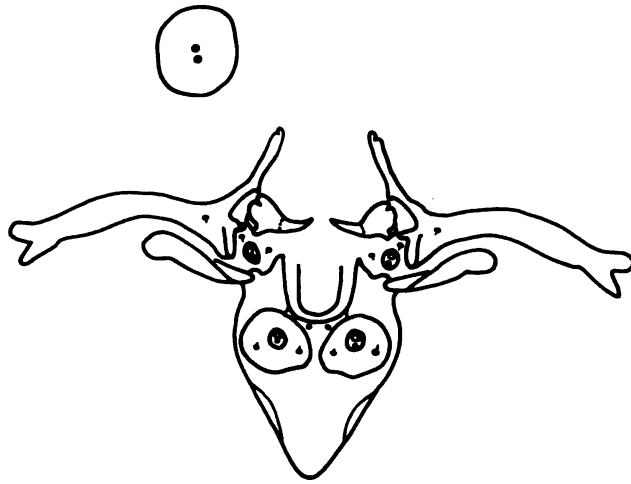
First abdominal segment moderate in length, sides slightly divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle.

Head with face and frons coarsely punctate, vertex moderately punctate. Thorax, including mesopleuron, moderately punctate. Abdominal tergites moderately punctate.

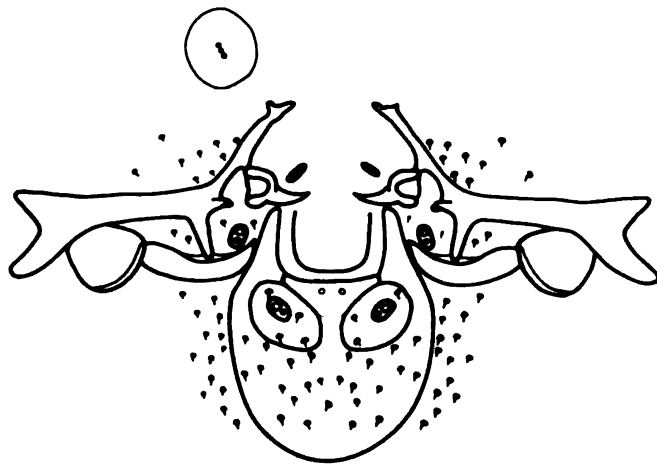
Colour mostly black. Head black; mandibles ferrugineous, medially tinged piceous; frontal and temporal orbits each with fulvous maculation; antennae piceous. Thorax black; median lobe of mesoscutum with apical fulvous maculation; scutellum except medially, postscutellum except basally fulvous. Legs mostly ferrugineous. Front legs with coxae and first trochanters piceous.



33



34



35

Figures 33-35. Cephalic structures of last instar larvae: 33 *Lamachus* sp., 34 *Dusona* sp., 35 *Ophion* sp.

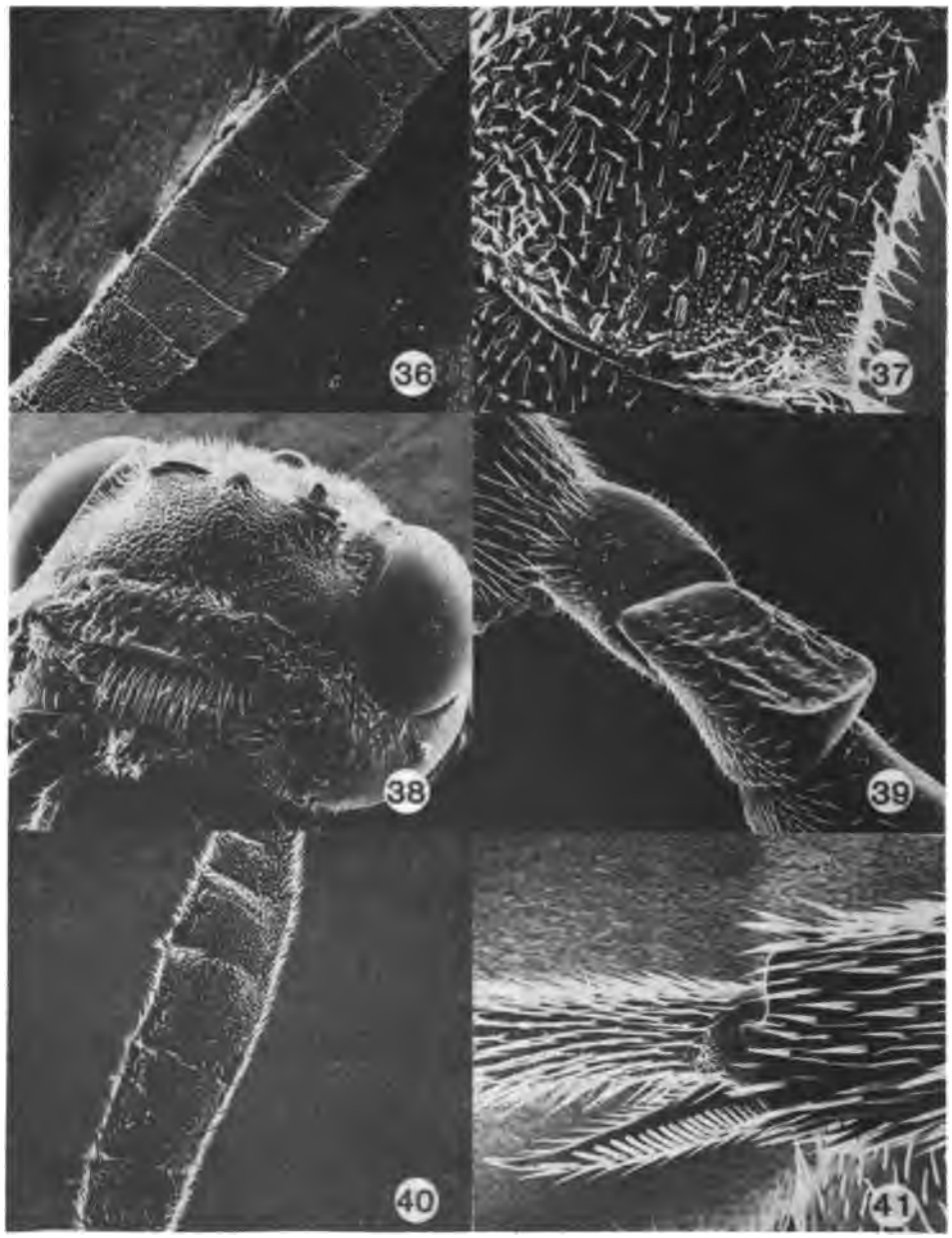
middle and hind legs with coxae and trochanters piceous, hind legs with tibiae and tarsi piceous. Abdominal tergites black, each with narrow apical fulvous band, somewhat broader at sides.

REMARKS

Specimens can be distinguished from those of *serricornis* by the characters given in the key and by the diagnostic characters given under *serricornis*. The specific epithet refers to the compressed hind tarsi. Males are not known.

DISTRIBUTION

Two females were examined from Himalaya (Fig. 49).



Figures 36-41. *Euceros tunetanus*: 36, 37 modified articles of antennal flagellum of male, 38 head, 39 second trochanter of hind leg. Fig. 40: *Euceros madecassus*; modified articles of antennal *flagellum of male. Fig. 41: Euceros dentatus*; apical tooth of front tibia.

.TERIAL

'pe, female, Himalaya, Kashmir, Pahal-
0 ft., 29-VI 1966, D. Ram, No. 221 (UD).
: 1 female, same data as holotype (UD).

Euceros pectinis n. sp.

IALE, FEMALE

moderate in size, length 7-11 mm.

moderate in length, without median
lypeus not separated from face by a
ıpical margin blunt, strongly arcuate, not
Mandible with lower tooth slightly shorter
ıtly narrower than upper. Antenna of
. 5) with flagellar articles 8 to 15 modified
.nded; 8 to 12 the most expanded, not
modified in relation to proximal articles.
articles broader than long; basal and
.rgins at right angles to longitudinal axis;
.ight; 8 to 12 with apical angles on outer
inctly projecting and each with small
ıth-like projection, with small apical tooth-
ections on inner margin somewhat
beyond base of preceding article; articles
nodified ones except last few terminal
ach on outer margin with small, scarcely
le, apical projection; tyloids linear. Anten-
ale with flagellar articles except terminal
ger than broad, 10 to 15 distinctly
and expanded.

tal process (Fig. 16) at apex medially
incised, with sides strongly divergent
y, excavated; lobes short and moderately
ee apically, each with anterior margin
ateroapical ridge meeting side of lobe at
ıllar with anterior margin subtruncate.
ım with petiolar area small, less than half
ı of propodeum. Legs with tibiae and
ıments not dilated apically. Hind femora
moderately compressed.

abdominal segment elongate, sides
ly divergent apically. First tergite on each
carina between base and spiracle strong
ıding posterior to basal half of tergite.
2 to 4 each at sides near base with
ıised area.

including vertex, finely punctate, except
ırsely punctate. Thorax finely punctate;
ron finely, sparsely punctate, medially
/ impunctate. Abdominal tergites moder-
:tate.

· black, with pale fulvous tinged ferrugin-
:ulations. Head black, the following pale
inged ferrugineous: face except im-
mediately below antennal sockets at middle and sides, clypeus except at apex narrowly margined light ferrugineous, margin of cheek, frontal orbits, maculation on each temporal orbit. Female with face and clypeus black. Mandibles each in basal half fulvous, in apical half ferrugineous, at apex and along margins darker. Antennae ferrugineous; scape, pedicel, and flagellar articles 1 to 7 piceous: modified articles with tooth-like projections only slightly darker than base colour of each article. Female with antennae ferrugineous, median articles pales. Thorax black, mesopleuron at subtegular ridge anteriorly and at posterodorsal corner with small fulvous maculation. Front and middle legs mostly light ferrugineous, coxae dark ferrugineous, approaching piceous; each at apex and trochanters pale fulvous. Hind legs mostly dark ferrugineous, with coxae and first trochanters piceous; second trochanters and apical 3 tarsal segments pale fulvous. Abdominal tergites piceous, 1 to 4 each with apical margin at sides narrowly pale fulvous.

REMARKS

The general appearance of individuals of *serricornis* and *pectinis* is similar and the modified articles of the antennae of males project laterally. Those of *pectinis* do not project as strongly and are less acute, the tooth-like projections are not as noticeably differentiated from the rest of each article, and none of the modified articles is noticeably longer than broad. The body is somewhat more coarsely punctate. The pronotal process of individuals of *pectinis* is shallowly incised and the lobes are short whereas that of individuals of *serricornis* and *latitarsus* is deeply incised and the lobes are long. The metapleuron of individuals of *pectinis* is not ferrugineous as in individuals of *serricornis* but is instead black like the base colour. The specific epithet, *pectinis*, refers to the form of the antennae of males, with modified articles projecting laterally.

DISTRIBUTION

Japan (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, male, Japan, Kamikochi, 26-VII 1954, Townes family (HKT). Paratypes: 11 males, 2 females, same data as holotype except some labelled 24-VII 1954 (CNC, HKT), no locality, 6-VII 1966 and 9-VII 1966, Y. Miyatake (KU).

Euceros clypealis n. sp.

ADULT MALE, FEMALE

Body moderate in size, length 6-9 mm.

Face elongate, without median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin sharp, strongly arcuate, reflexed. Mandible with lower tooth distinctly shorter and slightly broader than upper. Antenna of male (Fig. 6) with flagellar articles 9 to 13 modified and expanded. Modified articles broader than long; basal and apical margins at right angles to longitudinal axis; sides straight, not produced laterally beyond margin of each proximal article; 9 to 13 each at outer apical corner with piceous tooth-like projection; articles proximad modified articles also with tooth-like projections but these indistinct; 10 to 13 each at inner basal corner with piceous tooth-like projection; modified articles with tyloids linear. Antenna of female with flagellar articles 1 to 12 longer than broad, terminal articles as broad as or broader than long.

Pronotal process (Figs. 17, 44, 45) at apex medially moderately incised, with sides strongly divergent posteriorly, excavated; lobes moderate in length and broad, free apically, each with anterior margin subtruncate; lateroapical ridge meeting side of lobe at apex; collar with anterior margin truncate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae moderately dilated apically, tarsal segments not dilated apically. Hind femora and tarsi moderately compressed.

First abdominal segment elongate, with sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle strong and extending posterior to basal half of tergite. Tergites 2 to 4 at sides near base with distinct raised area.

Head moderately punctate, vertex finely punctate, frons and area enclosing ocelli with punctures somewhat more dense. Thorax finely, sparsely punctate; mesopleuron medially broadly practically impunctate. Abdominal tergites moderately punctate.

Colour black, with fulvous maculations. Head black, face fulvous, clypeus fulvous except at apex medially piceous, mandibles pale fulvous except at apex ferrugineous, vertical and frontal orbits fulvous, temporal orbit with a small pale fulvous maculation. Antennae ferrugineous; scape, pedicel, and flagellar articles 1 to 8 approaching piceous; modified articles paler than terminal articles, piceous tooth-like projections contrasting with ground colour. Thorax black, the following pale fulvous: pronotum at posterodorsal and posteroventral corner; mesoscutum at apical corners of median lobe and apex of each lateral lobe, each side near base with small longitudinal *maculation; scutellum* medially with V-shaped *maculation; postscutellum* broadly medially; mesopleuron at anterior margin with small maculation; subtegular ridge. Front and middle legs pale ferrugineous, coxae each at base piceous, second trochanters pale fulvous. Hind legs with coxae piceous; first trochanters ferrugineous tinged piceous; second trochanters pale fulvous; femora ferrugineous; tibiae dark ferrugineous, darker apically; tarsal segments 1 and 2 dark ferrugineous, 2 paler apically, 3 to 5 fulvous. Abdominal tergites black, tergites 1 to 4 apically at each side rather broadly transversely fulvous.

FEMALE

Face black except small fulvoferrugineous maculation each side at apical margin; vertical, frontal, and facial orbits with narrow fulvous band; antennae dark ferrugineous. Metapleuron in ventral part mostly ferrugineous.

VARIATION

The mandibles of some specimens are light ferrugineous, medially piceous, at apex dark ferrugineous. The entire face of some individuals is black, with fulvous spots above clypeus at sides. The face of others is black or piceous medially. The thorax is sometimes entirely black except the subtegular ridge is ferrugineous, and the fulvous maculations on the abdominal tergites are reduced. The metapleuron in the lower division is sometimes light ferrugineous medially. The coxae of the hind legs of some specimens are light ferrugineous except on the ventral surface which is piceous.

REMARKS

Individuals of *clypealis* are mostly black, the clypeal margin is sharp, and the lower tooth of the mandible is broader than the upper. The apical margin of the pronotal collar is truncate and the lobes of the pronotal process are subtruncate. The modified articles of the antennal flagellum of males are similar to those of *pectinis* but the sides do not project laterally. The specific epithet refers to the form of the clypeus.

DISTRIBUTION

Japan (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, male, Japan, Kyushu, Mt. Inunaki, Fukuoka Pref., 2-V-1963, Y. Miyatake (KU). Paratypes: Japan, Honshu, 1 female, Karuizawa, Nagano Pref., 28-VI-1934, K. Sato (HKT); 54 males, 10 females, Kiyose, Tokyo, 25, 28, 30-IV, 8-V-1959, T. Hayasaka (CNC); 1 male, Sugita, Kanagawa

Pref., 29-IV-1933, K. Sato (HKT); 1 male, Yamanoma Chi Kobe, Hyogo Pref., 5-V-1960 (KU); 1 male, Yokohama, Kanagawa Pref., 29-IV-1934, K. Sato (HKT). Japan, Kyushu, 2 females, Mt. Hikosan, Fukuoka Pref., 12-V-1958, Y. Miyatake, 6-V-1962, A. Nakanishi (KU); 2 females, Kamikawa, Aizankei, Murasamenotaki, 7-VIII-1967, A. Nakanishi (KU); 1 male, Mt. Inunaki, Fukuoka Pref., 2-V-1963, Y. Miyatake (KU).

Euceros brevinervis n. sp.

ADULT FEMALE

Body small, length 5.5 mm.

Face elongate, without or with slight median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, moderately arcuate, not reflexed. Mandible with lower tooth very slightly shorter and slightly narrower than upper. Antenna with flagellar articles 1 to 9 longer than broad, terminal articles as broad as or broader than long.

Pronotal process (Fig. 18) at apex medially shallowly incised, with sides strongly divergent posteriorly, excavated; lobes short and moderately broad, free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge meeting side of lobe at or near apex; collar with anterior margin arcuate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae moderately dilated apically, tarsal segments not dilated apically. Hind femora and tarsi moderately compressed. Front wing (Fig. 48) with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein short.

First abdominal segment moderate in length, with sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle.

Head, including vertex, moderately coarsely, moderately densely punctate. Thorax moderately coarsely, moderately densely punctate; mesopleuron finely, sparsely punctate, at middle broadly, practically impunctate. Abdominal tergites moderately coarsely, moderately densely punctate.

Colour black, with a few fulvous and ferrugineous maculations. Head black; face and frons piceous; mandibles ferrugineous, at base and apex of each blade piceous; vertical, frontal, and facial orbits fulvous; temporal orbit with a small pale fulvous maculation; antennae dark ferrugineous. Thorax black, sides piceous. Front and middle legs *pale ferrugineous. Hind* legs dark ferrugineous, coxae piceous, tibia at immediate base pale fulvous, tarsi with each segment at immediate apex pale ferrugineous. Abdominal tergites black, tergites 1 to 5 with narrow apical transverse ferrugineous band, that of tergites 1 to 3 somewhat broader.

VARIATION

The paratype differs from the holotype as follows: pronotal process slightly less deeply incised, face with slight median bulge, temples with larger maculation which is fulvous, along margins ferrugineous instead of small and dark as in holotype, face lighter, orbits fulvous, lateral lobes of mesoscutum with 2 light fulvous spots instead of entirely piceous, subtegular ridge and mesepimeron fulvous instead of ferrugineous, first lateral area of propodeum fulvous instead of dark, trochanters of all legs slightly paler, all abdominal tergites with ferrugineous band instead of only tergites 1 to 3.

REMARKS

Individuals of *brevinervis* are dark and have fewer pale maculations than other dark individuals of the genus. Only the frontal, facial, and temporal orbits bear a pronounced pale maculation. The sector of the cubital vein between the first intercubitus and second recurrent vein is short as in individuals of *serricornis*. The pronotal process of individuals of *brevinervis* is shallowly incised whereas that of individuals of *serricornis* is deeply incised. The specific epithet, *brevinervis*, refers to the short sector of the cubital vein. Males are not known.

DISTRIBUTION

Japan (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, female, Japan, Aizankei, Daisetsu, 1000 m, 9-VIII-1960, A. Nakanishi (KU), Paratype: 1 female, Japan, Kiyokawa, Ashoro, Tokachi, 23-VII-1967, A. Nakanishi (KU).

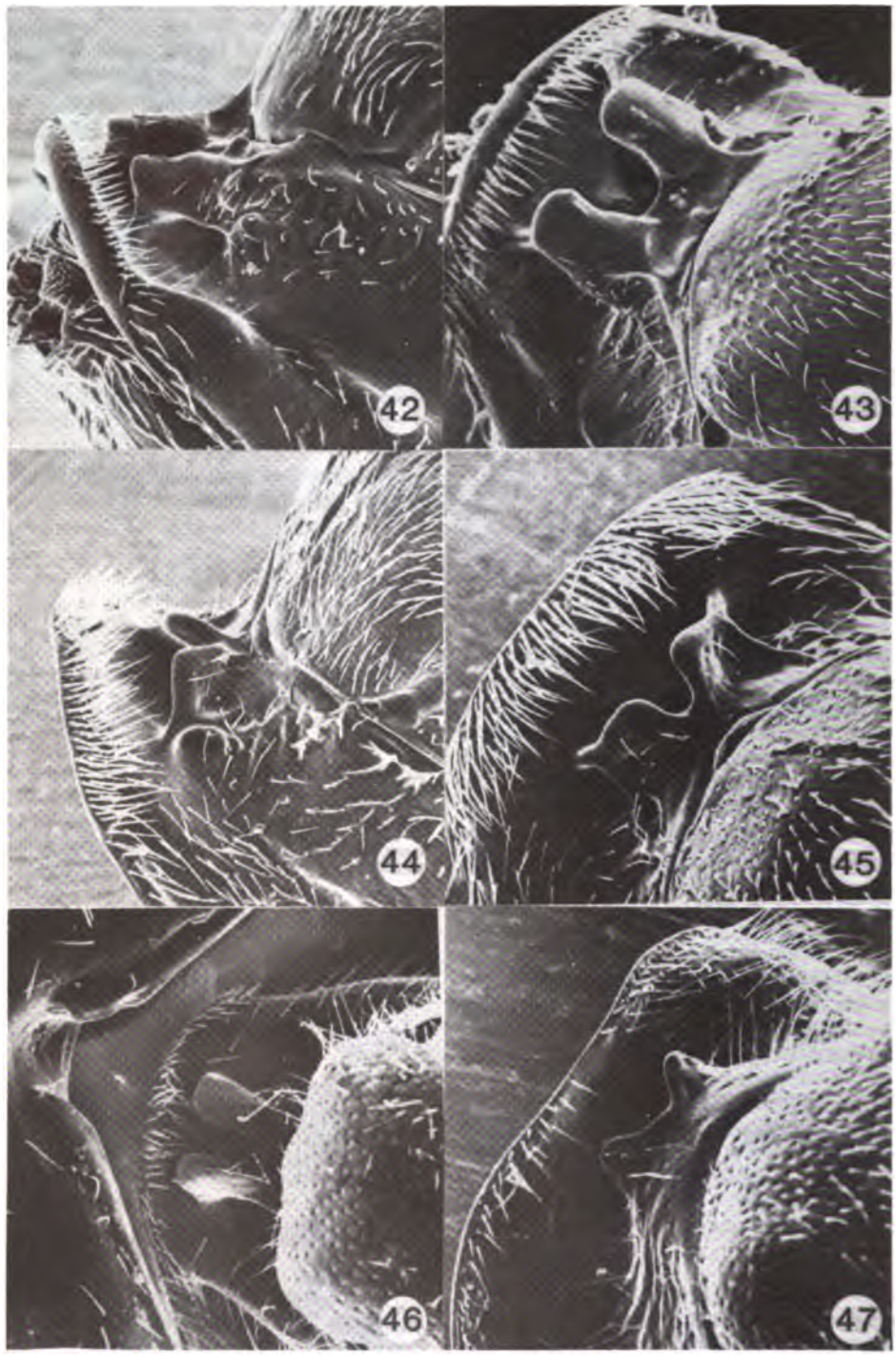
Euceros rufocinctus (Ashmead)

Asthenara rufocincta Ashmead, 1906: 183. Type, female, Sapporo, Japan (USNM).

Pseudasthenara rufocincta; Uchida, 1930: 276.

Euceros rufocinctus; Townes and Townes, 1951: 321; Townes, 1957: 116; Townes, Momoi, and Townes, 1965: 117.

Euceros (Pseudasthenara) rufocinctus; Uchida, 1955: 6; 1958: 131.



Figures 42-47. Pronotal process: 42, 43 *Euceros pruinosus*, 42 lateral view, 43 dorsal view; 44, 45; *clypealis*, 44 lateral view, 45 dorsal view; 46 *rufocinctus*, dorsal view plus occiput of head; 47; *Ibitarsus*, dorsal view.

Pseudasthenara) egawai Uchida, 1955: ', female, Fusenkogen, Korea (Hokkaido ›poro). Uchida, 1958: 131. Syn. of *rufo-* by Townes, Momoi, and Townes, 1965.

MALE

ıoderate in size, length 6-11 mm.

ıort, without median bulge. Clypeus not from face by a groove; apical margin ɔngly arcuate, reflexed. Mandible with h slightly shorter than and subequal in pper. Head with occiput at middle dor- ›ly incised (Fig. 46). Frons elongate. with flagellar articles except terminal ɜr than broad.

ɜl process (Figs. 19, 46) at apex medially cised, with sides scarcely divergent ', excavated; lobes long and moderately e apically, each partly turned so that roaching a vertical position, with an- gin arcuate; lateroapical ridge meeting ɔe at apex; collar with anterior margin te. Propodeum with petiolar area small, half total area of propodeum. Legs with t dilated apically, tarsal segments y dilated apically. Hind legs with femora arsi moderately compressed.

ɜbdominal segment elongate, sides y divergent apically. First tergite on each carina between base and spiracle not sterior to spiracle.

ıoderately punctate, vertex finely punc- ; and area enclosing ocelli with punc- ewhat more dense and coarse. Thorax ırsely punctate; mesopleuron medially mpunctate. Abdominal tergites mod- ıctate.

black, with pale fulvous maculations. ɔk, the following pale fulvous: face ıa immediately below antennal sockets, ›xcept narrowly along apical border, bits, a spot on each temporal orbit. ferrugineous, each at apex darker, at ous. Antennae piceous. Thorax black, ım each side at apex and lateral lobes ɔex with pale fulvous maculation, sub- lge fulvous. Front legs with coxae dark us to piceous; trochanters pale fulvous, uter surface with median pale fuscous ı; femora, tibiae, and tarsi fulvous ged fuscous; femora each on outer ith a large pale fuscous band. Middle coxae black; trochanters pale fulvous; rk ferrugineous, each at immediate base pale fulvous; *tibiae and tarsi* fuscous. Hind legs mostly black, trochanters piceous, basitarsus at immediate apex and terminal tarsal segments dark ferrugineous. Abdominal tergites black, each at immediate apex with narrow, transverse, piceous band, scarcely contrasting with ground colour.

VARIATION

Females vary in the amount of fulvous colouration on the face; in some it is more extensive, with the face medially fulvous. The punctation is somewhat more coarse and dense in some specimens and the dilation of the tarsal segments is more distinct in some individuals. Abdominal tergites 2 to 4 of a few females are reddish.

REMARKS

The occiput at middle dorsally is deeply incised in members of this species whereas it is not incised in individuals of other species. The frons is elongate as in *coxalis*. The elongate lobes of the pronotal process are partly turned so that the sides are approaching a vertical position. Males were not available for study and are presumably not known.

Uchida (1930) erected a new genus *Pseudasthenara* for the species *rufocincta*. He considered that the presence of the deeply incised occiput warranted separate generic status for the species. He also noted that the lower tooth of the mandible was long in relation to the upper. He later (1958) placed his *Pseudasthenara* as a subgenus of *Euceros*. Townes and Townes (1951) placed the name *Pseudasthenara* in synonymy with the name *Euceros*. The deeply incised occiput is an autapomorphic character state, not found in any other known representatives of the genus. The incised occiput no doubt serves some function in relation to the long lobes of the pronotal process though individuals of some other species have lobes that are as long as those of *rufocinctus*. The length of the blades of the mandible varies dependent on the species. Individuals of *rufocinctus* otherwise exhibit the characteristics of the genus *Euceros* and they are thus considered here as representing a species of that genus.

DISTRIBUTION

Japan, Korea, Nepal, and Russia (Fig. 49). Specimens (21) were examined from the following localities:

Japan (18): Honshu, Kamikochi, Fukui Pref., 23-26-VII (HKT); Kanayama, Masutomi, Yamanashi Pref. (KU); Karuizama, Nagano Pref., 28-VI (HKT); Shima-Shima, Nagano Pref., 5-VII (KU); no locality, 9-VII (KU).

Nepal (2): 2 mi. sw Ulleri, 6000-7000 ft., 18, 23 V (BMNH).
Russia (1): 18-VII (ZIL)

Euceros dentatus n. sp.

ADULT FEMALE

Body moderate in size, length 8-11 mm.

Face moderate in length, with slight median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, strongly arcuate, not reflexed. Mandible with lower tooth distinctly shorter and slightly narrower than upper. Antenna with flagellar articles except terminal ones longer than broad, each somewhat dilated and reflexed at apex.

Pronotal process (Fig. 20) at apex medially very shallowly incised, with sides strongly divergent posteriorly, not excavated; lobes very short and moderately broad, free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge meeting side of lobe at base; collar with anterior margin arcuate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae moderately, tarsal segments not dilated apically. Front tibia at apex with a distinct tooth (Fig. 41). Hind femora strongly compressed, each with dorsal margin acute; tarsi moderately compressed.

First abdominal segment moderate in length, sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle weak, not evident posterior to spiracle.

Head, including vertex, moderately punctate. Thorax moderately punctate except mesopleuron finely, sparsely punctate. Abdominal tergites moderately punctate.

Colour black and fulvoferrugineous, with fulvoferrugineous maculations. Head mostly fulvoferrugineous, the following black: face sometimes below antennal sockets medially, vertex medially, occiput and postocciput, temple proximad occipital carina. Mandibles each at apex dark ferrugineous tinged piceous, antennae piceous. Thorax mostly black, the following light fulvoferrugineous: pronotal collar dorsally, at posteroventral corner sometimes with small spot, mesoscutum at apical corners of median lobe, near apex of each lateral lobe with small spot, subtegular ridge, mesopleuron medially proximad prepectal carina sometimes with small spot, mesepimeron. Front and middle legs fulvoferrugineous; *front legs with coxae* black; middle legs with tarsi *strongly tinged ferrugineous*; hing legs mostly black, trochanters, tibia at basal third, basitarsus at immediate base ferrugineous. Abdominal tergites black with fulvoferrugineous maculations, first tergite except at apex broadly medially, tergites 2 and 3 at sides, more broadly apically fulvoferrugineous.

REMARKS

There is a distinct apical tooth on the front tibia of specimens of *dentatus* and *limatus* and these represent the only species of the genus with a tooth. Individuals of *dentatus* and *limatus* can be separated by the following characters. The clypeal margin of *limatus* is subtruncate and sharp whereas that of *dentatus* is arcuate and blunt. The teeth of the mandible of the female of *limatus* are elongate whereas those of *dentatus* are short. The pronotal process of *limatus* is absent whereas that of *dentatus* is present and shallowly incised. There are carinae on the propodeum of individuals of *dentatus* whereas these are absent in *limatus*. Specimens of *dentatus* are mostly black whereas *limatus* is mostly pale. The specific epithet refers to the tooth on the front tibia. Males are not known.

DISTRIBUTION

China (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, female, China, Fukien, Shaowu Hsien, 1200-1500 m, 6-10-V-1943, T. C. Maa (HKT). Paratypes: 7 females, same data as holotype except one labelled 12-V-1942 and one 2-5-V-1943 (CNC, HKT).

Euceros limatus n. sp.

ADULT FEMALE

Body small, length 6 mm.

Face moderate in length, without median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin sharp, subtruncate, not reflexed. Labrum exposed. Mandible with lower tooth very slightly shorter and slightly narrower than upper. Antenna with flagellar articles except terminal ones longer than broad, narrow.

Pronotal process absent; collar with anterior margin arcuate. Propodeum without carinae except apices of median longitudinal carinae which are scarcely discernible. Legs with tibiae moderately dilated apically, tarsi not dilated. Front tibia with apical tooth. Hind legs with coxae and femora elongate, femora very strongly compressed, tarsi rounded.

irst abdominal segment moderate in length, ; slightly divergent apically. First tergite on side with carina between base and spiracle evident posterior to spiracle. Tergites 2 to 4 with margin of epipleural crease rounded.

ody finely, sparsely punctate, shining, with opleuron practically impunctate.

olour mostly pale fulvous, with black macula-. Head fulvous; face at apex medially and at side with small ferrugineous spot; clypeus at ediate apex pale ferrugineous; mandibles at apex ferrugineous; vertex, occiput dorsal-emporal orbits black; temple proximad oc-al carina tinged ferrugineous; antennae ous. Thorax mostly fulvoferrugineous; pro-ron pale fulvous; pronotum pale ferrugineous, er dorsally; propodeum at first lateral areas black maculation; metapleuron ventrally fulvous. Front and middle legs pale fulvous; ra, tibiae, and tarsi pale ferrugineous, femora ally and tibiae dorsally pale fulvous. Hind legs coxae pale fulvous, ventrally with contrasting ous maculation; trochanters pale fulvous; ra fuscous, on inner surface basally ful-; tibiae and tarsi piceous, tarsi each at im-ate base fulvous. Abdominal tergites piceous, tes 1 to 3 each at apex narrowly transversely gineous.

ARKS

nly two species of *Euceros, dentatus* and *us*, possess a tooth at the apex of the front. The two species can be distinguished from other by the characters given in the key and ose given under the diagnosis of *dentatus*. specific epithet, *limatus*, refers to the shining, hed body. Males are not known.

RIBUTION

razil (Fig. 49).

E MATERIAL

olotype, female, Brazil, Serra do Caraça, a Barbara, Minas Gerais, 1600 m, IV-69, . Oliveira (HKT).

Euceros croceus n. sp.

LT FEMALE

ody small, length 5-7 mm.

ace elongate, without median bulge. Clypeus separated from face by a groove; apical in *blunt, strongly arcuate*, not reflexed. Mandible with lower tooth distinctly shorter and distinctly narrower than upper, apices of teeth widely separated. Antenna with basal flagellar articles much longer than broad, narrow, terminal articles as broad as or broader than long, 4 to 12 each with basal and apical margins oblique in relation to longitudinal axis, each at apex slightly dilated and reflexed.

Pronotal process (Fig. 21) at apex medially moderately incised, with sides strongly divergent apically, not excavated; lobes moderate in length and moderately broad, not free apically, each with anterior margin arcuate and with a transverse apical ridge; lateroapical ridge absent; collar with anterior margin arcuate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae moderately, tarsal segments not dilated apically. Hind legs with femora strongly compressed, hind tarsi rounded. Front wing (Fig. 48) with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein short.

First abdominal segment moderate in length, sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle. Tergites 2 to 4 each with margin of epipleural crease rounded.

Body finely, sparsely punctate, shining.

Colour mostly pale fulvous, with a few black maculations. Head pale fulvous; area immediately enclosing ocelli black. Antennae piceous, scape and pedicel fulvous, flagellar articles 1 to 3 fulvoferrugineous, 3 towards apex tinged piceous. Thorax pale fulvous; median and lateral lobes of mesoscutum each with large, longitudinal, median black maculation; propodeum with basal area black. Legs pale fulvous, femora, tibiae, and tarsi each at apex fuscous; hind legs with tibiae each at apex and tarsi entirely dark fuscous. Abdominal tergites pale fulvous, second on each side with a large or small median black maculation, third on each side with a large median black maculation.

REMARKS

The colour of all the species of the Australian region is mostly pale, the apices of the teeth of the mandible are usually widely separated, the apices of the lobes of the pronotal process are not free, and the lateroapical ridge is absent. There is a transverse ridge on the apex of each lobe of the pronotal process of individuals of *croceus* and this ridge is not present in the other Australian species. The sector of the cubitus of the front wing between the first intercubitus and the second recurrent vein is short as in maculicornis. The apex of the pronotal process of individuals of

croceus is moderately incised whereas that of *maculicornis* is deeply incised. The abdominal tergites of specimens of *croceus* are finely punctate rather than coarsely punctate as in *maculicornis*. The females of *croceus* are somewhat similar to the female of *melleus*. The hind basitarsi of *croceus* are dark whereas those of *melleus* are pale. Black maculations are present on abdominal tergites 2 and 3 of *croceus* and of 5 and 6 of *melleus*. The pronotal process of *croceus* is more deeply incised than that of *melleus* and each lobe of the pronotal process of *croceus* has a transverse apical ridge. The specific epithet, *croceus*, refers to the pale fulvous colouration. Males are not known.

DISTRIBUTION

Australia (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, female, Australia, Tambourine Mountain, W. H. Davidson (QM). Paratypes: 2 females, Australia, Cunningham Pass, Queensland, 5-20-III, Rain forest, Tasmania, King William Range, 8-23-I (HKT).

Euceros maculicornis n. sp.

ADULT MALE

Body small, length 5.5 mm.

Face elongate, without median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, strongly arcuate, not reflexed. Mandible with lower tooth distinctly shorter and distinctly narrower than upper, apices of teeth widely separated. Antenna with flagellar articles narrow, somewhat flattened, scarcely expanded or modified; all articles except immediate terminal ones distinctly longer than broad; articles 5 to 9 each slightly narrowed medially and slightly dilated basally and apically, basal and apical margins slightly oblique in relation to longitudinal axis, sides straight, without apical projecting angles and without tooth-like projections on inner or outer margin; tyloids sparse, linear, and elongate.

Pronotal process (Fig. 22) at apex medially deeply incised, with sides scarcely divergent posteriorly, excavated; lobes long and moderately broad, not free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge absent; collar with anterior margin arcuate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae moderately, tarsal segments not dilated apically. Hind legs with femora strongly compressed, hind tarsi rounded. Front wing (Fig. 48) with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein short.

First abdominal segment elongate, sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle extending posterior to spiracle.

Body finely punctate, shining. Head and thorax finely, sparsely punctate; mesopleuron practically impunctate, shining. Abdominal tergites coarsely punctate.

Colour black and fulvous. Head pale fulvous, mandibles each at apex piceous, area immediately enclosing ocelli and occiput dorsally black. Antenna with scape and pedicel fulvous, posteriorly piceous; flagellum piceous, articles 1 to 5 each with distinct longitudinal ferrugineous maculation, article 6 to those near apex each with two ferrugineous maculations. Thorax pale fulvous, the following black: median and lateral lobes of mesoscutum with extensive, longitudinal, black maculation, that of median lobe narrow in basal half; mesopleuron in dorsal third except a small fulvous spot dorsally at middle; mesosternum; axillary trough of mesonotum and metanotum; propodeum in anterior part and petiolar area. Legs pale fulvous. Front and middle legs with tarsi slightly darker. Middle legs with coxae very pale fulvous. Hind legs with coxae black, each at immediate base and apex ferrugineous; tibiae pale ferrugineous, each in apical third and tarsi piceous. Abdominal tergites 1 to 4 fulvous tinged ferrugineous, tergites 1 to 3 each at sides with black maculation, tergites apicad fourth black.

Remarks. The abdominal tergites of the male of *maculicornis* are coarsely punctate whereas those of the other Australian species are finely punctate. There are distinct ferrugineous maculations on the flagellar articles giving the antennae a mottled appearance. Specimens of *signicornis* are somewhat similar to *maculicornis* but the two species can be separated by the diagnostic characters included under the species *signicornis*. The specific epithet, *maculicornis*, refers to the maculations on the antennae. Females are not known.

DISTRIBUTION

Australia (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, male, Australia, Brisbane, XI-72, J. Sedlacek (HKT).

Euceros signicornis n. sp.

IALE, FEMALE

small, length 4.5-5.5 mm.

moderate in length, with slight median lypeus not separated from face by a apical margin blunt, moderately arcuate, ted. Mandible with lower tooth distinctly nd distinctly narrower than upper, with ng, apices of blades widely separated. of male with flagellar articles 4 to 10 and expanded but not strongly, not modified in relation to proximal articles; articles 1 to 4 longer than broad. Modi- les and terminal articles as broad as or than long; basal and apical margins at les to longitudinal axis, sides straight; with apical angles on outer margin very rojecting, without tooth-like projections or outer margin; articles with elongate, oids. Antenna of female with flagellar xcept terminal ones longer than broad, ch with basal and apical margins slightly relation to longitudinal axis.

tal process (Fig. 23) at apex medially incised, with sides strongly divergent ly, excavated; lobes short and moderately t free apically, each with anterior margin lateroapical ridge absent; collar with an- argin subtruncate. Propodeum with area small, less than half total area of m. Legs with tibiae moderately, tarsal not dilated apically. Hind legs with strongly compressed, hind tarsi mod- ompressed.

abdominal segment moderate in length, derately divergent apically. First tergite side with carina between base and xtending posterior to basal half of tergite.

including vertex, finely punctate. Thorax nctate, mesopleuron very finely, sparsely . Abdominal tergites finely punctate, coarsely.

r black and fulvous. Head fulvous; s each at apex ferrugineous; frons and rbits with a ferrugineous tinge; vertex, and postocciput black. Antennae black, d pedicel partly fulvous, flagellar articles 1 with ferrugineous maculation, that of to 8 oblique. Thorax fulvous and black. tum black except apex of lateral lobes nd sides of median lobe with longitudinal band, gradually narrowed towards base. n black, at sides with narrow fulvous ex fulvous; propleuron at base black, at apex fulvous; pronotum fulvous, black dorsally; mesopleuron fulvous, with a broad, black, transverse band; mesosternum and propodeum black. Front and middle legs fulvous; tibiae and tarsi slightly darker, tinged ferrugineous. Hind legs with coxae black, each at base narrowly fulvous; femora, tibiae, and tarsi ferrugineous; femur at apex, tibia at base and apex dark ferrugineous. Abdominal tergites ferrugineous; first tergite black, with borders ferrugineous; 5 and 6 each with apex ferrugineous.

FEMALE

Structure and colour as in male except for sex differences and there are no maculations on the antennal flagellum.

VARIATION

There is some variation in extent of maculation of males and females. The propleuron and pronotum are sometimes more extensively black. The fulvous band of the scutellum of some specimens is broader, of others much narrower, and the scutellum is almost entirely black. The amount of black on the mesopleuron is sometimes less extensive. The hind femur of some specimens is piceous at the base and sometimes the dorsal surface is piceous medially. The hind tarsi of some specimens is ferrugineous tinged piceous. There is often a black spot on each side at the middle of abdominal tergite 2 and sometimes 3. The spot on tergite 2 is sometimes more extensive and occasionally there are 2 spots on each side. There is a spot on each side of tergite 3 of a few specimens and there is occasionally a median black maculation on tergite 4. The pale fulvous maculations of some specimens are very pale, almost white.

REMARKS.

Specimens of *signicornis* are similar in general appearance to *maculicornis* and the antennae of males of both species are maculate. The pronotal process of individuals of *signicornis* is shallowly incised whereas that of *maculicornis* is deeply incised and the collar of *signicornis* is subtruncate whereas the collar of *maculicornis* is arcuate. The articles of the antennal flagellum of males of *signicornis* are broader than long whereas those of *maculicornis* are elongate. The sector of the cubitus of the front wing between the first intercubitus and the second recurrent vein of individuals of *signicornis* is relatively long rather than short as in *maculicornis*. The abdominal tergites of maculicornis are coarsely punctate and the tergites of signi

corms are finely punctate. The first abdominal segment of *maculicornis* is more elongate. Individuals of *signicornis* are darker in colour and with more dark maculations. The specific epithet, *signicornis*, refers to the maculations on the antennae.

DISTRIBUTION

Tasmania, Australia (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, male, Australia, Tasmania, Bronte Park, 23-I, 8-II (HKT). Paratypes: 113 males, 8 females, Australia, Tasmania, Bronte Park, 2-8-I, 8-15-I, 15-23-I, 23-I, 8-II (CNC, HKT).

Euceros mellous n. sp.

ADULT FEMALE

Body small, length 4.5 mm.

Face moderate in length, with slight median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, not reflexed. Mandible with lower tooth distinctly shorter and distinctly narrower than upper, with blades short, apices of blades widely separated. Antenna with flagellar articles longer than broad except last few terminal articles as broad as or broader than long, median articles each with basal and apical margins slightly oblique in relation to longitudinal axis.

Pronotal process (Fig. 24) at apex medially shallowly incised, with sides strongly divergent posteriorly, excavated; lobes short and moderately broad, not free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge absent; collar with anterior margin subtruncate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae moderately, tarsal segments not dilated apically. Hind legs with femora and tarsi moderately compressed.

First abdominal segment moderate in length, sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle. Tergites 2 to 4 each with margin of epipleural crease rounded.

Body finely, sparsely punctate, shining.

Colour fulvous, with a few black maculations. Head fulvous, mandibles each at apex dark ferrugineous; vertex fulvous tinged ferrugineous; area immediately enclosing ocelli black; postocciput *black; antennae* black, scape and pedicel on *ventral surface fulvous*; first flagellar article on ventral surface fulvoferrugineous, tergite 2 distinctly, 3 to 5 each indistinctly ferrugineous at immediate apex. Thorax fulvous; median lobe of mesoscutum medially piceous, towards sides ferrugineous, at lateral margins and at base fulvous; lateral lobes fulvous, each at middle with broad longitudinal black band; scutellum fulvous, medially lightly ferrugineous; postscutellum fulvous lightly tinged ferrugineous, mesopleuron and subtegular ridge fulvous, below this narrowly ferrugineous; mesosternum black, dorsal to black area narrowly ferrugineous; propodeum fulvous lightly tinged ferrugineous, basal and petiolar areas each at middle black. Front and middle legs fulvous lightly tinged ferrugineous; coxae, trochanters, and base of each femur paler. Hind legs ferrugineous, coxae each on outer surface with black maculation, tibiae each in apical third black. Abdominal tergites fulvoferrugineous, tergites 5 and 6 each with large median black maculation on each side.

REMARKS

The female of *mellous* is somewhat similar to females of *croceus* but can be distinguished from them by the diagnostic characters given under the latter. The specific epithet refers to the fulvous colouration. Males are not known.

DISTRIBUTION

Tasmania, Australia (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, female, Australia, Tasmania, King William Range, 31-III (HKT).

Euceros incisurae n. sp.

ADULT FEMALE

Body small, length 6 mm.

Face elongate, with slight median bulge. Clypeus not separated from face by a groove; apical margin blunt, moderately arcuate, slightly reflexed. Mandible with lower tooth distinctly shorter and distinctly narrower than upper, with blades long, apices of blades widely separated. Antenna with flagellar articles except terminal ones longer than broad.

Pronotal process (Fig. 25) at apex medially deeply incised, with sides scarcely divergent posteriorly, excavated; lobes long and broad, not free apically, each with anterior margin arcuate, each turned so that sides in vertical position, sides each near apex strongly curved laterally;

›ical ridge absent; collar with anterior strongly arcuate. Propodeum with petiolar ıall, less than half total area of propodeum. ›ith tibiae strongly, tarsal segments not apically. Hind legs with femora elongate, strongly compressed; tarsi moderately ssed.

abdominal segment short, sides slightly nt apically. First tergite on each side with between base and spiracle not evident ›r to spiracle.

/ finely, sparsely punctate, shining.

ıur mostly pale fulvous, with black macula- lead fulvous, mandibles each at apex fer- us, area immediately enclosing ocelli ferrugineous. Antennae piceous, scape, and first flagellar article each on posterior at base fulvous. Thorax mostly black, the ıg pale fulvous; propleuron, pronotum, utum at apical corners of median lobe, iobes apically, mesopleuron at anterior and at posteroventral corner with macula- btegular ridge. Front and middle legs pale , tibiae and tarsi fuscoferrugineous; hind th coxae black, femora fulvoferrugineous, t apex tinged piceous, tibiae and tarsi Abdominal tergites 1 to 3 pale fulvous; l tergites piceous; tergite 4 at base trans- fulvous, broadly at middle and sides.

KS

specimen of *incisurae* represents the only an species in which the clypeal margin is l and in which the lobes of the pronotal ; are strongly turned so that the sides are 'tical position. The side of each lobe near ex is strongly curved laterally only in ıe and the pronotal collar is strongly ar- The specific epithet refers to the deeply pronotal process. Males are not known.

3UTION

ralia (Fig. 49).

IATERIAL

'type, female, Australia, Mt. Dandenong, , 200 m, 11-22-II (HKT).

Euceros gilvus n. sp.

FEMALE

/ small, length 7 mm.

› elongate, without median bulge. Clypeus arated from face by a *groove*; apical margin blunt, strongly arcuate, not reflexed. Mandible with lower tooth slightly shorter and much narrower than upper, with blades long, apices of blades widely separated. Antenna with flagellar articles except terminal ones longer than broad, basal ones much longer, 3 to 10 each with basal and apical margins distinctly, relatively strongly oblique in relation to longitudinal axis.

Pronotal process absent; lateroapical ridge absent; collar with anterior margin arcuate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae strongly, tarsal segments not dilated apically. Hind legs with femora elongate, narrow, strongly compressed; tarsi moderately compressed.

First abdominal segment elongate, sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle.

Body finely, sparsely punctate.

Colour mostly pale fulvous. Head, thorax, front and middle legs pale fulvous. Antennae piceous, scape and pedicel testaceous, scape partly fulvous. Hind legs with coxae and femora pale fulvous, femora each at apex, tibiae and tarsi piceous. Abdomen with first tergite pale fulvous, terminal tergites piceous.

REMARKS

The female of *gilvus* represents the only Australian species without a pronotal process and with the body mostly pale fulvous. The lower tooth of the mandible is only slightly shorter than the upper as in *annulicornis* whereas the lower tooth of the other Australian species is more elongate in relation to the upper. The specific epithet refers to the pale fulvous colouration.

DISTRIBUTION

New Guinea (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, female, New Guinea, Wau, 1600 m, X-1970, P. Shanahan (HKT).

Euceros coxalis n. sp.

ADULT FEMALE

Body small, length 5-6 mm.

Face quite elongate and narrow, without median bulge. Frons elongate. Clypeus not separated from face by a groove, exceptionall elongate; apical margin a considerable distar

ventral to margin of face, blunt, broadly subtruncate, not reflexed. Mandibles narrow, elongate, with long blades, apices of blades widely separated, lower tooth much shorter than upper and much narrower. Antenna with flagellar articles except terminal ones longer than broad.

Pronotal process (Fig. 26) at apex medially shallowly incised, with sides strongly divergent posteriorly, not excavated; lobes short and moderately broad, not free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge absent; collar with anterior margin subtruncate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae and tarsi not dilated apically. Hind legs with coxae and femora elongate, coxae almost subequal in length to femora, relatively narrow; femora strongly, tarsi moderately compressed.

First abdominal segment elongate, sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle.

Body very finely punctate, head and thorax practically impunctate, mostly shining. Thorax with mesopleuron at anterodorsal corner in area below subtegular ridge striate; propodeum mostly mat. Abdominal tergites finely, sparsely punctate.

Colour pale fulvous and black. Head mostly pale fulvous; mandibles each at apex piceous; vertex and frons medially, occiput and postocciput black; antennae piceous, scape and pedicel each in part paler. Thorax pale fulvous and black, the following black: pronotum on dorsal margin, collar dorsally, median and lateral lobes of mesoscutum each with longitudinal median band, mesopleuron in dorsal corners, propodeum dorsally and along anterior margin. Mesepimeron ferrugineous. Legs fulvous, tibiae and tarsi somewhat darker, of hind legs fuscous. Abdominal tergites black; tergites 2 to 4 each with broad, longitudinal, median fulvous maculation.

LARVA

Cephalic structures of last instar (Fig. 32). Cephalic structures very lightly sclerotized. Epistoma very lightly sclerotized, not discernible dorsally. Area between posterior pleurostomal process and hypostomal spur not expanded, instead narrowly angulate. Outer margin of pleurostoma and hypostoma with area proximal to adjoinment broadly, shallowly arcuate. Apex of hypostomal spur meets stipital sclerite at or slightly basad middle. Anterior hypostomal process not evident. Mandible lightly sclerotized, sides of blade strongly ·vergent towards base, body with each side at 'dle angulate. Silk press not discernible. Labial sclerite slightly longer than wide. Prelabial sclerite not discernible.

VARIATION

The speculum of the mesopleuron and the entire mesosternum of some adults are ferrugineous or black. The amount of pale maculation of the abdominal tergites varies.

REMARKS

Specimens of *coxalis* are easily distinguished from those of other species of the genus by the exceptionally elongate clypeus. In addition, the margin of the clypeus is subtruncate rather than arcuate. The hind coxae are elongate, longer than those of other Australian species. The lower tooth of the mandible is much shorter than the upper, the anterior margin of the pronotal process is shallowly incised and the ponotal collar is subtruncate. Differences in colour and punctation will also separate individuals from those of other species. The specific epithet refers to the elongate hind coxae. Males are not known.

HOSTS

Specimens have been reared from *Ctenopseustis obliquana* (Walker), also from *Planotortrix notophaea* (Turner) — primary — Campopleginae sp. Specimens have been collected from *Pinus radiata* D. Don. Last instar larvae of *coxalis* and of the primary, a species of Campopleginae, were extracted from a pupa under specimen No. 646, host *Planotortrix notophaea*. The last instar of the primary was broken and could not be determined with accuracy further.

DISTRIBUTION

New Zealand (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, female, specimen No. 641, New Zealand, Tawhai State Forest, Nelson Prov., 24-X-57, R. F. Cormack, Forest Research Institute, Rotorua, New Zealand (FRI). Paratypes: 5 females, all New Zealand, Forest Research Institute, Rotorua, New Zealand, specimen No. 638, Selwyn Plantation, No. 28 Selwyn County, Canterbury, 6-I-60, on *Pinus radiata*, A. L. Vincent; specimen No. 639, Rukumoana, Taranaki, emerged in lab. 11-VIII-58, reared from *Ctenopseustis obliquana* (Walker) (Tortricidae); specimen No. 640, Pureora State Forest, 40 mi. se Te Kuiti, Auckland Prov., 22-III-62, J. S. Dugdale; specimen No. 646, Tawhai State Forest, Nelson Prov., 24 × 57, R. F. Cormack, emerged 5-I-61, reared from *Planotortrix notophaea*

(Turner); specimen No. 647, State Forest 90, near Lake Taupo, Auckland Prov., 25-VIII-70, J. Bain (FRI).

Code numbers on the labels refer to rearing numbers formerly used, i.e. 041 refers to *Ctenopseustis obliquana* and 0411 refers to *Planotortrix notophaea* (Bain 1971, in litt.)

Euceros ruficeps n. sp.

ADULT FEMALE

Body small, length 5 mm.

Face moderate in length, without median bulge. Clypeus indistinctly separated from face by a groove; apical margin blunt, moderately arcuate, not reflexed. Mandible with lower tooth distinctly shorter and distinctly narrower than upper, with blades short, apices of blades widely separated. Antennal flagellum with all except terminal articles longer than broad.

Pronotal process (Fig. 27) at apex medially shallowly incised, with sides strongly divergent posteriorly, not excavated; lobes short and moderately broad, not free apically, each with anterior margin arcuate; lateroapical ridge absent; collar with anterior margin arcuate. Propodeum with petiolar area small, less than half total area of propodeum. Legs with tibiae moderately, tarsal segments not dilated apically. Hind legs with femora and tarsi moderately compressed.

First abdominal segment moderate in length, sides moderately divergent apically. First tergite on each side with carina between base and spiracle not evident posterior to spiracle. Tergites 2 to 4 each with margin of epipleural crease rounded.

Head and thorax finely, sparsely punctate; abdominal tergites more coarsely, densely punctate.

Colour ferrugineous, black, and white. Head ferrugineous; mandibles each at apex dark ferrugineous; vertex in area immediately enclosing ocelli black; antennae black, scape and pedicel each at immediate apex ferrugineous. Thorax mostly black, propleuron and pronotum ferrugineous. Front legs ferrugineous, middle and hind legs black. Abdominal tergites mostly black; first tergite entirely white except at middle with small piceous spot; second and third tergites each at base white, at apex very narrowly pale fulvous, of second almost white.

REMARKS.

The ferrugineous head and white abdominal tergites are unique among females of the genus. The specific epithet refers to the ferrugineous head. Males are not known.

DISTRIBUTION

Tasminia, Australia (Fig. 49).

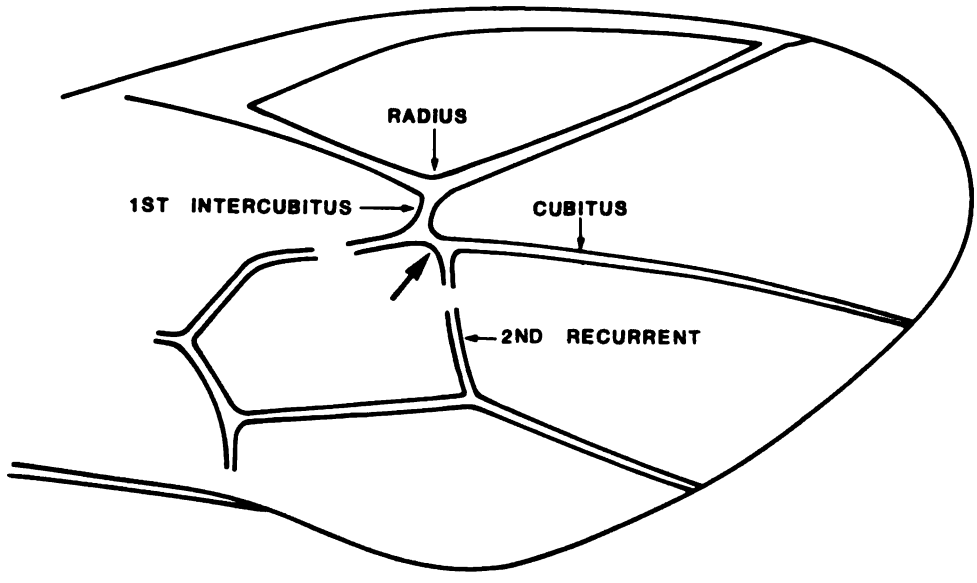


Figure 48. Generalized view of apex of front wing of Euceros.

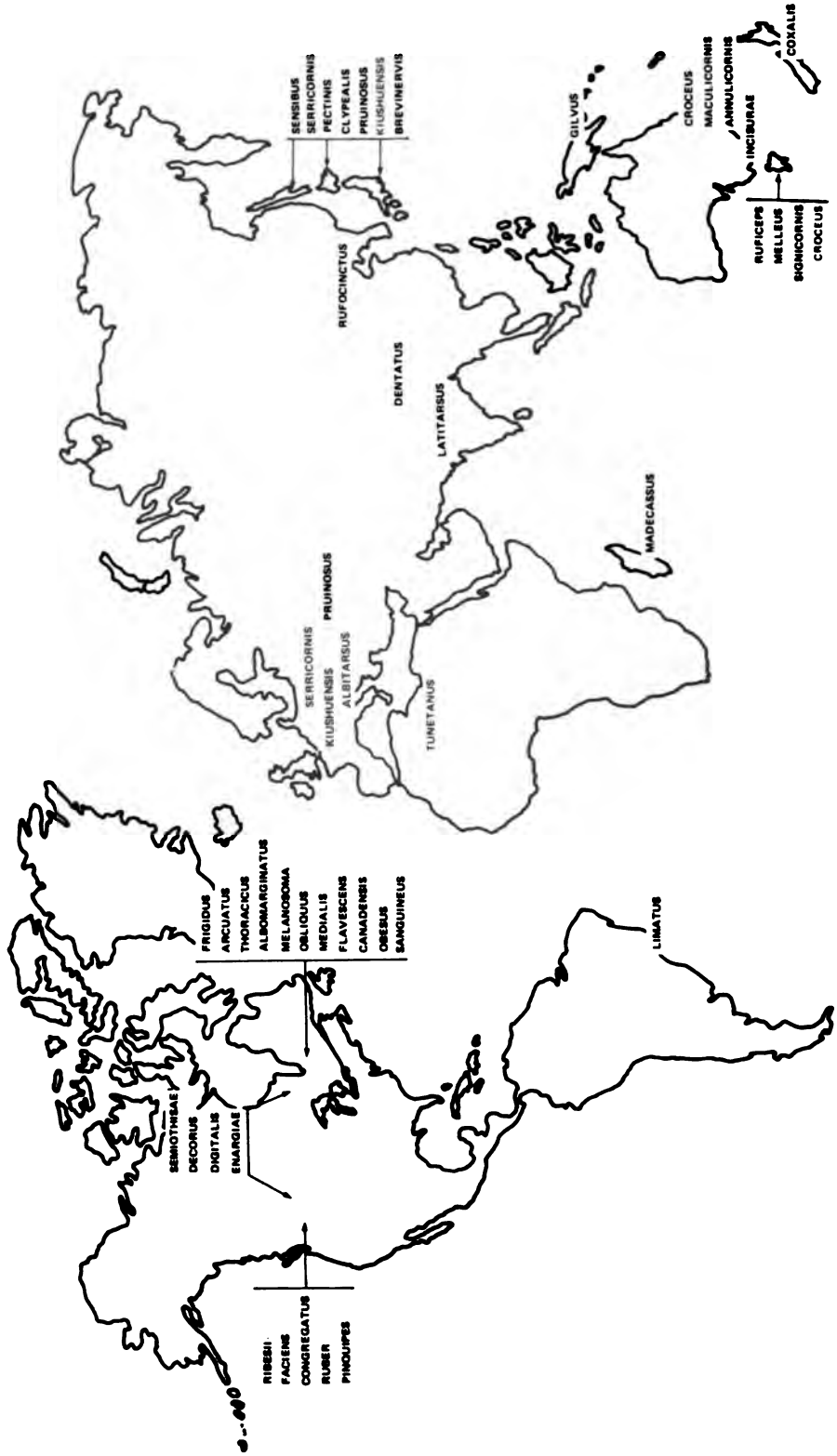


Figure 49. Distribution of species of *Euceros*.

MATERIAL

lotype, female, Australia, Tasmania, Bronte 23-I,8-II (HKT).

Euceros annulicornis n. sp.

T FEMALE

ıdy moderate in size, length 9.5 mm.

ce moderate in length, with slight median . Clypeus not separated from face by a e; apical margin blunt, moderately arcuate, eflexed. Mandible with lower tooth slightly er, very slightly narrower than upper, with s short, apices of blades not widely separ- Antenna with flagellar articles except ter- ones longer than broad, basal ones each basal and apical margins somewhat oblique ation to longitudinal axis.

onotal process (Fig. 28) at apex medially rately incised, with sides strongly divergent riorly, excavated; lobes moderate in length moderately broad, not free apically, each with or margin subtruncate; lateroapical ridge it; collar with anterior margin medially shal- concave. Propodeum with petiolar area , less than half total area of propodeum. with tibiae moderately, tarsal segments not d apically. Hind legs with femora strongly, moderately compressed.

st abdominal segment elongate, relatively w, sides slightly divergent apically. First e on each side with carina between base spiracle not evident posterior to spiracle. les 2 to 4 each with margin of epipleural e rounded.

ıdy moderately punctate; mesopleuron finely, ely punctate.

olour black and white. Head white, man- s piceous except each at immediate base , face dorsally at middle with small black clypeus in apical third, vertex apically at le, area between antennal sockets, vertex in immediately enclosing ocelli, occiput, and cciput black. Antennae black; scape and el ferrugineous, scape tinged piceous, with maculation; flagellar articles 10 to 23 white. ax white, black, and ferrugineous, white ot as follows: propleuron at base black; otum broadly medially black; mesopleuron terodorsal margin, below subtegular ridge black maculation, at posterodorsal corner r margin with small ferrugineous maculation, r this with small piceous maculation; mesos- m ferrugineous; mesoscutum mostly ferrugineous, median and lateral lobes each at apex white, median lobe at middle with small black maculation, beside this each side with white maculation; scutellum at sides black; propodeum dorsally in basal third, first lateral areas, except small area anteriorly towards middle, juxtacoxal area, and petiolar area at apex black. Front and middle legs white; femora each with narrow, longitudinal, piceous band outlined ferrugineous; tibiae each with narrow, longitudinal, ferrugineous band; tarsi tinged ferrugineous. Hind legs with coxae black, each on ventral surface in basal two thirds white; first trochanters black, second trochanters white; femora each in basal half black, in apical half white; tibiae black; tarsi white, barsitarsus in basal half black, terminal tarsal segment entirely black. Abdominal tergites black; tergites 1 to 5 each in basal third and at sides white, the white maculation at each side increasingly broader apically; tergites 6 and 7 with white apical band, 6 broadly, 7 narrowly piceous at sides.

REMARKS

The strongly contrasting black and white colouration of the body and the white annulus on the antenna are unique among females of the genus. The specific epithet refers to the white annulus on the antenna. Males are not known.

DISTRIBUTION

Australia (Fig. 49).

TYPE MATERIAL

Holotype, female, Australia, Mt. Tamborine, Queensland, November (HKT).

Relationships

A sister group relationship probably exists between the eucerotines and the ctenopelmatines, the eucerotines being the more specialized. The eucerotines and the ctenopelmatines together are the probable sister group of the tryphonines. The apical tooth of the front tibia is shared by all ctenopelmatines and two extant species of eucerotines. It has subsequently been lost in the other species of eucerotines. The labral sclerite of the larvae has been lost in the ctenopelmatines and the eucerotines and was retained in the tryphonines. All ctenopelmatines are internal parasites of sawflies, whereas most tryphonines a

external parasites of sawflies. The eucerotines are hyperparasites and possess a planidial stage. Some species parasitize primary ichneumonid larvae in sawflies while others have subsequently changed to ichneumonid larvae in lepidopterous hosts. Apomorphic character states of the eucerotines are the modified pronotal process, the modified flagellar articles of the antenna, the planidial stage, and hyperparasitism. The prelabial sclerite of the larvae of most ctenopelmatines has been retained, whereas it has been lost or much reduced in the eucerotines through progressive reduction in the amount of sclerotization.

The eucerotines are probably an old group, now represented by relatively few extant species which are distributed throughout the world (Fig. 49). These species are represented by very diverse lineages (Table I). The pronotal process is present in all species of eucerotines except two in which it has been subsequently lost. There have been subsequent modifications in this process represented in extant species by a different pattern in each lineage (Table I). The most extremely developed pronotal process is the most plesiomorphic, i.e. apex strongly incised, lobes long and free apically, and the presence of the lateroapical ridge. The most modified pronotal process is the most apomorphic, i.e. apex shallowly incised, lobes short and not free apically, and the lateroapical ridge is lost. The intermediates of these conditions form a transformation series from the most plesiomorphic to the most apomorphic. The modifications of the antenna of males also form transformation series, i.e. the more ornate are plesiomorphic, the modified and reduced antennae are apomorphic. These also have been modified and reduced in a different *ttern in each lineage* (Table I).

The center of distribution of the eucerotines is probably Palaearctic, and probably, but less certainly eastern Palaearctic. This area is presently inhabited by seven species, among others, that are a rather diverse assemblage, not closely related to other more homogeneous lineages and not particularly closely related to one another. These are *serricornis, latitarsus, pectinis, clypealis, brevinervis, rufocinctus,* and *dentatus* (Figs. 49, 50). Individuals of these species possess numerous plesiomorphic character states in various combinations (Table I), a result of inheritance rather than independent evolution. They also possess certain distinct autapomorphies in morphological structure (Table I). It can be assumed that from an ancestor, or more likely separate ancestors, of this heterogeneous assemblage arose the main lineages of extant species, namely the other Palaearctic species, the homogeneous Nearctic group, and the homogeneous Australian lineage.

The Australian species, namely *croceus, maculicornis, signicornis, melleus, incisurae, gilvus, coxalis, ruficeps,* and *annulicornis* are closely related (Fig. 50). Apomorphic character states (Table I) shared by these species and by the Brazilian species *limatus* are the modifications in the pronotal process, i.e. the lobes are not free apically and the lateroapical ridge has been lost; the widely separated apices of the mandibular teeth, the lower tooth relatively much shorter and narrower than the upper; the strongly compressed hind femur, and the apically dilated hind tibia. The body tends to be finely punctate and pale in colour. Subsequent development away from this basic pattern has taken place in certain species as separate transformation series (Table I). The modified pronotal process was lost entirely in *limatus* and *gilvus*. The

TABLE I

Character states of the species of *Euceros* and explanation of symbols

	pruinosus	kiushuensis	sensibus	tunetanus	madecassus	albitarsus	serricornis	latitarsus	pectinis	clypealis	brevinervis	rufocinctus	dentatus	limatus	croceus	maculicornis	signicornis	melleus	incisurae	gilvus	coxalis	ruficeps	annulicornis	frigidus	ribesii	arcuatus	thoracicus	faciens	semdothisae	decorus	albomarginatus	obliquus	melanosoma	enargiae	digitalis	medialis	congregatus	flavescens	ruber	canadensis	obesus	pinguipes	sanguineus
1	2	3	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2'	2'	1	2'	1	1	2'	2'	1	2'	2'	2	1	1	2'	2'	1	1	2'	2'	2'	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
5	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1	2	2'	3	1	1	2'	2'	1	2	2'	1	2	2'	2	2	2	2	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	2	1	3	4'	1	2'	2'	1	4'	1	3'	1	1	2	2	2	2	2	3	3	2	2'	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	+	+	-	-	-	-	-		-	-						-	-							-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+		+	-
13	+	+	-	-	-	-	-		-	-						-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
14	3	1	2	3	2	2	3		3	3						1	1							3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	3
15	3	3	3	1	2	1	1		1	1						3	3							1	3	3	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1		1	3
16	-	-	-	-	-	+	+		+	-						-	-							+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
17	3	3	3	3	1	1	1		1	1						1	1							1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
18	-	-	-	+	+	-	+		-	-						+	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	3	1'	1'	1'	1'	1	3	3	1	1	1	3	1'	2'	2	3	1	1	3	2'	1	1	2	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'	1'
22	2	2	3	3	2	2	1	2	2	1	2	2	2		2	2	2	2	1		2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-		+	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-		+	+	+	+	+		-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	2	1	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
27	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+		+	-	+	+	-		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28	1	2	1	2	1	1	2	1	2	3	1	2	1	1	1	1	2	2	2'	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		-	-	-	-	-		-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1
38	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
39	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
42	2'	2'	2'	2'	2'	1	2'	1	2'	2'	1	2'	1	1	1	2'	1	1	2	2'	2'	1	2'	2	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'	1	2'	2'	2'	2'	2'	2'	1	1	1	1	1
43	1	1	2'	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	1	1	1	2'	2	2'	1	2'	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2'	2	1	1	1	2	1	1	2'	2'	2'	1	1	1	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	2'	2	2'	1	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2'	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1
48	1	2	2	2	2	2'	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2'	2	1	1	2	2	1	1	2'	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1
49	1	1	2	2'	2	2'	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2'	2	2	2	2	2	2	1	2'	1	1	1	1	1	1	2'	2'	2'	2'	2'	1	1	1	1	1	1	1	1
50	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	1	1	2	3	3	3	3	1	2	1	1	1	2	2	3	3	2	2	2	3
51	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

(p=plesiomorphic, a=apomorphic)

1 face with bulge 1 absent=p, 2 slight=a, 3 moderate=a
2 face length 1 moderate=p, 2 short=a, 2′ elongate=a
3 clypeus + separated from face by a groove=a, − not separated=p
4 clypeal margin 1 strongly arcuate=p, 2 moderately arcuate=a, 3 subtruncate=a
5 clypeal margin + sharp=a, − blunt=p
6 clypeal margin + reflexed=a, − not reflexed=p
7 clypeus + elongate=a, − short=p

8 mandible with lower tooth 1 slightly shorter than upper=p, 2 distinctly shorter=a, 3 much shorter=a, 2′ very slightly shorter=a
9 mandible with lower tooth 1 slightly narrower than upper=p, 2 distinctly narrower=a, 3 much narrower=a, 2′ very slightly narrower=a, 3′ subequal=a, 4′ broader=a
10 mandibular teeth length 1 short=p, 2 moderate=a, 3 elongate=a
11 mandibular teeth apically + widely separated=a, – not widely separated=p
12 antenna of male with tyloids + oval=a, – linear=p
13 antenna of male with transverse row of tyloids + present=a, – absent=p
14 antenna of male with tooth-like projections 1 absent=p, 2 on outer margin=a, 3 on inner and outer margins=a
15 antenna of male with basal and apical margins of flagellar articles in relation to longitudinal axis 1 at right angles=p, 2 article 9 oblique=a, 3 most modified articles oblique=a
16 antenna of male with margins + produced laterally=a, – not produced=p
17 antenna of male 1 with sides straight=p, 2 with inner margin rounded=a, 3 with both margins rounded=a
18 antennal articles + elongate=a, – broader than long=p
19 frons + elongate=a, – short=p
20 occiput + incised=a, – not incised=p
21 pronotal lobe length 1 moderate=p, 2 short=a, 3 long=a, 1′ very short=a, 2′ absent=a
22 pronotal lobe width 1 moderate=p, 2 broad=a, 3 narrow=a
23 pronotal lobe apically + arcuate=p, – subtruncate=a
24 pronotal lobe with apical transverse ridge + present=a, – absent=p
25 pronotal lobe with outer side + excavated=a, – not excavated=p
26 pronotal process with lateral apical ridge 1 at apex=p, 2 at middle=a, 3 at base=a, 4 absent=a
27 pronotal process with sides of lobes posteriorly + strongly divergent=a, – scarcely divergent=p
28 pronotal collar 1 arcuate=p, 2 subtrunctae=a, 3 truncate=a, 4 concave=a, 2′ strongly arcuate=a
29 pronotal process with lobes apically + free=p, – not free=a
30 propodeum with petiolar area + almost 1/2 total area of propodeum, subequal or larger=a, – smaller=p
31 hind coxae + elongate=a, – short=p
32 second trochanter of hind leg + plate-like=a, – not plate-like=p
33 hind femur + elongate=a, – short=p
34 hind femur with anterior margin + acute=a, – rounded=p
35 hind femur compressed 1 moderately=p, 2 strongly=a
36 front tibia with apical tooth + present=a, – absent=p
37 hind tibia dilated apically 1 not dilated=p, 2 moderately dilated=a, 3 strongly dilated=a
38 hind tarsi compressed 1 not compressed=p, 2 moderately compressed=a, 3 strongly compressed=a
39 hind basitarsi dilated apically 1 not dilated=p, 2 moderately dilated=a, 3 strongly dilated=a
40 front wing with sector of cubitus between first intercubitus and second recurrent vein + short=a, – long=p
41 abdominal tergite 1 with carina between base and spiracle present or absent posterior to spiracle + present=a, – absent=p
42 abdominal tergite 1 with dorsal carina length 1 moderate=p, 2 short=a, 2′ elongate=a
43 abdominal segment 1 with sides divergent 1 moderately=p, 2 slightly=a, 2′ strongly=a
44 abdominal tergite 2 to 4 each with margin of epipleural crease + rounded=a, – truncate=p
45 abdominal tergites + raised at sides=a, – not raised=p
46 punctation of head 1 moderate=p, 2 fine=a, 2′ coarse=a
47 punctation of vertex of head 1 moderate=p, 2 fine=a, 2′ coarse=a
48 punctation of thorax 1 moderate=p, 2 fine=a, 2′ coarse=a
49 punctation of abdominal tergites 1 moderate=p, 2 fine=a, 2′ coarse=a
50 colour of body 1 mostly black, 2 black and pale, 3 mostly pale
51 distribution 1 Palaearctic, 2 Ethiopian, 3 Australian, 4 Nearctic, 5 Neotropical

apices of the mandibular teeth have subsequently moved closer together in *annulicornis*, and the lower tooth has been reduced in length in *limatus*, gilvus, and *annulicornis*, and increased in width in *limatus* and *annulicornis*. The hind femur has subsequently become less compressed in *melleus* and *rufi-*

ceps. The dilation of the hind tibia has been lost in *coxalis*. The species *maculicornis* and *signicornis* are probably sister species sharing the unique maculations of the antenna of males and the scarcely modified flagellar articles of the antenna. They exhibit vicariance in distribution, *maculicornis* occurring in Australia, excluding Tasmania, and *signicornis* in Tasmania.

The Nearctic species form a very homogeneous group and are obviously closely related (Fig. 50). Most of the character states that differentiate the non-Nearctic species are shared in one combination by the Nearctic species (Table I). The modified articles of the male antenna are less ornate, yet the sides are still expanded laterally, though weakly, and the tooth-like projections have developed on both the inner and outer margins. The pronotal process is reduced, is less deeply incised anteriorly, and the lobes are shorter but remain free apically, and the lateroapical ridge has been lost. The lobes are broad and the sides of the process are strongly divergent posteriorly, both consequences of reduction. The body tends to be relatively coarsely punctate. Relationships of the twenty species within the Nearctic group were discussed by Barron (1976).

The species *pruinosus, kiushuensis, sensibus, tunetanus,* and *madecassus* are probably at least somewhat more distantly related, representing the remains of a mostly extinct larger assemblage (Table I, Fig. 50). The pronotal process is reduced, with the anterior margin scarcely incised and the lobes are short in *kiushuensis, sensibus, tunetanus*, and *madecassus*. The sides of the modified antennal articles of males are rounded in *pruinosus*, *kiushuensis, sensibus,* and *tunetanus* and this is presumably the apomorphic condition. The apical and basal margins of the modified antennal articles became oblique in relation to the longitudinal axis in *pruinosus, kiushuensis*, and *sensibus*. The species *pruinosus* and *kiushuensis* are probably the most closely related sharing the apomorphic character states of the tyloids of the antenna being oval instead of linear and in transverse rows instead of evenly distributed, the sides of the articles being rounded instead of

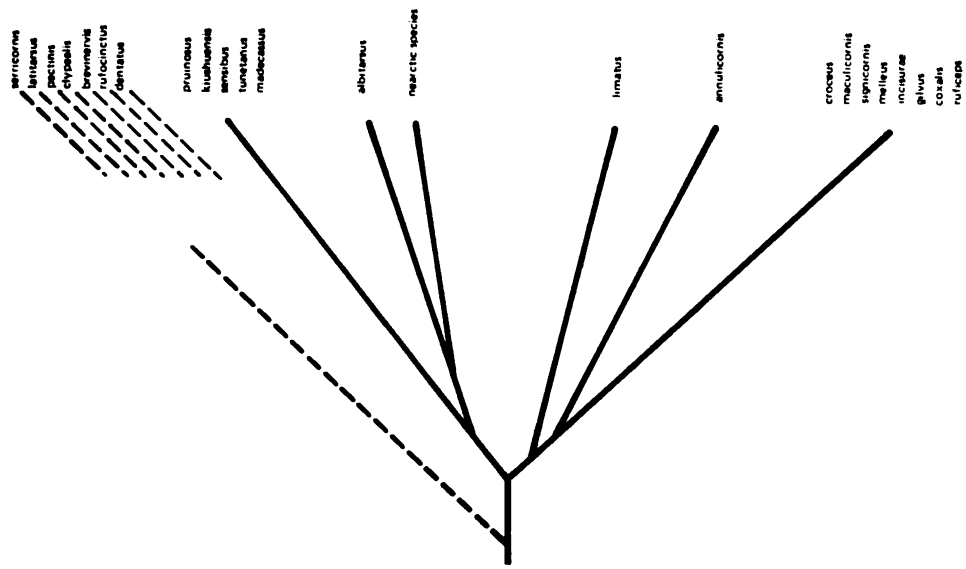


Figure 50. Cladogram showing relationships of species of Euceros.

straight, and the basal and apical margins being oblique in relation to the longitudinal axis instead of at right angles.

The Palaearctic species *albitarsus* does not appear to be closely related to any other extant species but shows some affinity to the other Palaearctic species and to the Nearctic species (Table 1, Fig. 50). The sides of the modified articles of the antennal flagellum of males are moderately produced laterally, the antennae lack the ornate structure of some Palaearctic species, and this is the same basic pattern that is exhibited by the Nearctic species.

The progenitors of the species of the genus *Euceros* were probably originally primary parasites of sawflies, sharing this characteristic with the ctenopelmatines. Members later developed a planidial stage and hyperparasitism. The Nearctic group expanded on *Neodiprion*, a genus represented by numerous species in North America and by very few in the Old World. Some Palaearctic species of *Euceros* have remained as hyperparasites on sawflies whereas others as well as several Nearctic species and all Australian species as far as known have adopted species of Lepidoptera as their primary hosts.

Comparative characteristics of the larvae

The prelabial sclerite is sclerotized in larvae of *pruinosus, albitarsus,* and the Nearctic species, not evident in larvae of *coxalis* and *serricornis* (Figs. 29-32). The silk press is not evident in larvae of *coxalis*, indistinct in *serricornis* and the Nearctic species, lightly sclerotized in *albitarsus*, and more strongly sclerotized in *pruinosus*. The area between the anterior pleurostomal process and the hypostomal spur is expanded and *broad and the outer* margin of the pleurostoma and hypostoma form a continuous straight line in larvae of *albitarsus* and the *albomarginatus* group of the Nearctic species. The same processes are narrowly angulate instead of expanded and the outer margin braodly arcuate respectively in *pruinosus, coxalis, serricornis*, and the *frigidus* and *medialis* groups of the Nearctic species. Reduction in the amount of sclerotization of the prelabial sclerite and the silk press no doubt represents the apomorphic condition. The similarities between larvae of *albitarsus* and those of the *albomarginatus* group are no doubt due to inheritance from a common ancestor but are probably not the result of an independent evolution of those species as a separate lineage.

Acknowledgments

The following individuals kindly loaned material from their institutions: J.-F. Aubert, Laboratoire d'Évolution des Êtres Organisés, Université de Paris, France (LE); J. Bain, Forest Research Institute, Rotorua, New Zealand (FRI); R.W. Carlson, United States National Museum, Washington, D.C., U.S.A. (USNM); M.J. Constantineanu, Str. Voviolenie, Iasi, Romania (SVI); E.C. Dahms, Queensland Museum, Brisbane, Australia (QM); P. Dessart, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Bruxelles, Belgique (IRSN); E. Diller, Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates, München, BRD (ZSBS); M. Favreau, The American Museum of Natural History, New York, New York, U.S.A. (AMNH); Max Fischer, Naturhistorisches Museum Wien, Burgring, Austria (NMW); M.G. Fitton, British Museum (Natural History), London, England (BMNH); M.W.R. de V. Graham, Hope Department of Zoology (Entomology), University of Oxford, England (UM); V.K. Gupta, Department of Zoology, University of Delhi, India (UD); Wolter Hellén, Zoologisches Museum, Helsinki, Finland (ZMH); Rolf Hinz, Fritz-Reuter-Strasse, Einbeck, BRD (FRSE); V.P. Jonaitis, Institute of Zoology and Parasitology, Lithuanian Academy of Sciences, Vilnius, USSR (IZP); D.R. Kasparyan, Zoological Institute, Academy of Sciences of the USSR, Leningrad, USSR (ZIL); E. Kierych, Instytut Zoologiczny, Polska Akademia Nauk, Warsaw, Poland (IZPAN); E. Konigsmann, Zoologisches Museum an der Humboldt-Universität zu Berlin, DDR (ZMHB); A. Nakanishi, Kyushu University, Fukuoka, Japan (KU); J. Oehke, Institute für Pflanzenschutz-

forschung, Eberswalde, DDR (IPE); L. L. Pechuman, Department of Entomology, Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A. (CU); B. Petersen, Universitetets Zoologiske Museum, Copenhagen, Denmark (UZM); E. Savolainen, Kuopio Museum, Kuopio, Finland (KM); J. Sawoniewicz, Institute of Zoology, Warszawa, Poland (IZW); J. Sedivy, Plant Protection Institute, Praha, Czechoslovakia (PPI); I. Teräs, Zoological Museum of the University, Helsinki, Finland (ZMU); H.K. and M.C. Townes, American Entomological Institute, Ann Arbor, Michigan, U.S.A. (HKT); V. Vikberg, Entomological Museum, University of Helsinki, Finland (EM); K.W.R. Zwart, Agricultural University, Wageningen, Netherlands (AUW).

It was only by the cooperation of the above in lending material that this study was possible. The assistance of H.E. Bisdee of this Institute in performing most of the technical aspects of this study, including dissection of larvae, electron microscope illustration, preparation of drawings and final plates, is gratefully acknowledged. Lynn Hill of this Institute collected and organized the distribution and host data. Thanks are due to Sharon Bolte, formerly of this Institute, for the drawings of antennae. The assistance of W.C. McGuffin of this Institute in checking the names of lepidopterous hosts is gratefully acknowledged. J. Bain, Forest Research Institute, Rotorua, New Zealand, kindly provided valuable information on the hosts of *Euceros coxalis*. E.E. Lindquist and G.S. Walley, Biosystematics Research Institute, Ottawa, kindly reviewed the manuscript and provided valuable constructive criticism. The interest and support of G.S. Walley throughout this study is sincerely appreciated.

References

ASHMEAD, W. H., 1906. Descriptions of new Hymenoptera from Japan. — Proc. U.S. natn. Mus., 30: 169-201.

BARRON, J. R., 1976. Systematics of Nearctic *Euceros* (Hymenoptera: Ichneumonidae: Eucerotinae). — Naturaliste can., 103: 285-375.

BIGNELL, G. C., 1897. An assemblage of parasitic Hymenoptera in Devonshire. — Entomologist's mon. Mag., 33: 158-159.

BLANCHARD, E., 1840. In Castelnau, F. L. Laporte de. Histoire naturelle des animaux articulés. 3. — P. Duménil, Paris.

BRISCHKE, C. G., 1878. Die Ichneumoniden der Provinzen West-und Ostpreussen. — Schr. naturf. Ges. Danzig., 4: 35-117, Danzig.

BRULLÉ, M. A., 1846. In Lepeletier de Saint Fargeau, A. Histoire naturelle des insectes. 4 Hyménoptères. Paris.

CAMERON, P., 1875 Descriptions of three new species of Tenthredinidae from Scotland. — Entomologist's mon. Mag., 12: 127-131.

CAMERON, P., 1876. British terebrant Hymenoptera. — Entomologist's mon. Mag., 12: 226-228.

CAPRON, E., 1880. Notes on Hymenoptera. — Entomologist 13: 87-89.

CONSTANTINEANU, M. I. 1961. Vorschlag für eine neue Einteilung der Ichneumoniden in Unterfamilien (Hymenoptera: Ichneumonidae). — Beitr. Ent., 11: 685-732.

CURTIS, J., 1837. British Entomology. Vol. 14, pls. 626-673.

DALLA TORRE, C. G. DE, 1890. Hymenopterologische Notizen. XIII. Zur Ichneumoniden-Nomenklatur. — Wien ent. Ztg., 9: 139-141.

DALLA TORRE, C. G. DE, 1901. Catalogus Hymenopterorum hucusque descriptorum systematicus et synonymicus. 3. — Englemann, Lipsiae.

FINLAYSON, T., 1975. The cephalic structures and spiracles of final-instar larvae of the subfamily Campopleginae, tribe Campoplegini (Hymenoptera: Ichneumonidae). — Mem. ent. Soc. Can., 94: 1-137.

FITTON, M. G., 1976. The western Palaearctic Ichneumonidae of British authors. — Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.), 32: 301-373.

FITTON, M. G. and I. D. GAULD, 1976. The family group names of the Ichneumonidae (excluding Ichneumonidae of British authors. — Bull. Br. 1: 247-258.

FOERSTER, A., 1868. Synopsis der Familien und Gattungen der Ichneumonen. — Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl., 25: 135-221.

GIRAUD, J.-E., 1857. Description de quelques hyménoptères nouveaux ou races. — Verh. zool. — bot. Ges. Wien, 7: 163-184.

GIRAUD, J.-E. et A. LABOULBÈNE, 1877. Liste des éclosions d'insectes. — Ann. Soc. ent. Fr., 7 (Ser. 5): 397-436.

GLOWACKI, J., 1966. Notes on the secondary parasites among the ichneumon-flies (Hymenoptera, Ichneumonidae) in the fauna of Poland. — Polskie Pismo Entom., 36: 377-382.

GRAVENHORST, I.L.C., 1829a. Ichneumonologia Europaea, pars II. — Vratislaviae, Lipsiae.

GRAVENHORST, I.L.C., 1829b. Ichneumonologia Europaea, pars III. — Vratislaviae, Lipsiae.

HALIDAY, A. H., 1839. Descriptions of new British insects, indicated in Mr. Curtis's guide. — Ann. Mag. nat. Hist., 2: 112-121.

HOLMGREN, A. E., 1855. Försök till uppställning och beskrifning af de i Sverige funna tryphoni

er (Monographia Tryphonidum Sueciae). — K. svenska VetenskAkad. Handl., 1 (1): 93-246.

HOLMGREN, A. E., 1856. Försök till uppställning och beskrifning af de i Sverige funna tryphonider (Monographia Tryphonidum Sueciae). — K. svenska VetenskAkad. Handl., 1 (2): 305-394.

HOPPER, H. P., 1959. The pronunciation and derivation of the names of the genera and subgenera of the family Ichneumonidae found in North America north of Mexico (Hymenoptera). — Proc. ent. Soc. Wash., 61: 155-171.

IWATA, K., 1960. The comparative anatomy of the ovary in Hymenoptera. Part V. Ichneumonidae. — Acta hymenopt., 1: 115-169.

KRIECHBAUMER, J., 1888. Zur Kenntniss der Gattung *Euceros*. — Ent. Nachr., 13: 197-200.

KRIECHBAUMER, J., 1888. Das ♂ des *Euceros superbus* m. — Ent. Nachr., 14: 353-355.

MARSHALL, T. A., 1876. Descriptions of two new British Ichneumonidae. — Entomologist's mon. Mag., 12: 194-195.

MORLEY, C., 1906. On the ichneumonidous group *Tryphonides schizodonti*, Holmr., with descriptions of new species. — Trans. R. ent. Soc. Lond., 4: 419-438.

MORLEY, C., 1911. Ichneumonologia Britannica IV. The ichneumons of Great Britain. A descriptive account of the families, genera and species indigenous to the British Isles, together with notes as to classification, localities, habitats, hosts, etc. — H. & W. Brown, London.

MORLEY, C., 1913. On the Ichneumonidae of the Dublin Museum. — Entomologist, 46: 259-263.

PERKINS, J. F., 1959. Hymenoptera Ichneumonoidea, Ichneumonidae, key to subfamilies and Ichneumoninae. — I. — R. ent. Soc. Lond., Hanbk. Ident. Br. Insects, 7 (2ai): 1-116. London.

PERKINS, J. F., 1962. On the type species of Foerster's genera (Hymenoptera: Ichneumonidae). — Bull. Br. Mus. nat. Hist., 11: 383-483.

SCHMIEDEKNECHT, O., 1900. Neue Hymenopteron aus Nord-Afrika. — Term. Füzetek, 23: 220-247.

SCHMIEDEKNECHT, O., 1912. Tryphoninae. — Opuscula Ichneumonologica, 5 (29-45) November, 1912 pt., pp. 2483-2562; Blankenburg i Thür.

SEYRIG, A., 1934. Les Ichneumonides de Madagascar II. Ichneumonidae Tryphoninae et Supplément aux I. Pimplinae. — Mém. Acad. Malgache 14; Tananarive.

SHORT, J.R.T., 1959. A description and classification of the final instar larvae of the Ichneumonidae (Insecta, Hymenoptera). — Proc. U.S. natn. Mus., 110: 391-511.

SHORT, J.R.T., 1970. On the classification of the final instar larvae of the Ichneumonidae (Hymenoptera). Supplement. — Trans. R. ent. Soc. Lond., 122: 185-210.

SHUCKARD, W. E., 1836. English trans. Burmeister, H.C.C. Manual of entomology. Curton, London.

THOMSON, C. G., 1883. XXXII, Bidrag till kannedom om Skandinaviens tryphoner. — Opusc. ent. Fasc. IX, pp. 387-936; Lund.

TOWNES, H. K., 1944. A catalogue and reclassification of the Nearctic Ichneumonidae (Hymenoptera) Part I. The subfamilies Ichneumoninae, Tryphoninae, Cryptinae, Phaeogeninae and Lissonotinae. — Mem. Amer. ent. Soc., 11 (1): 1-477.

TOWNES, H. K., 1945. A catalogue and reclassification of the Nearctic Ichneumonidae (Hymenoptera) Part II. The subfamilies Mesoleiinae, Plecticinae, Orthocentrinae, Diplazontinae, Metopiinae, Ophioninae, Mesochorinae. — Mem. Amer. ent. Soc., 11 (2): 478-925.

TOWNES, H. K., 1957. A review of the generic names proposed for Old World ichneumonids, the types of whose genotypes are in Japan, Formosa, or North America. — Proc. ent. Soc. Wash., 59: 100-120.

TOWNES, H. K., 1969. The genera of Ichneumonidae. Part 1. — Mem. Amer. ent. Inst., No. 11.

TOWNES, H. K., S. Momoi and M. C., Townes, 1965. A catalogue and reclassification of the eastern Palearctic Ichneumonidae. — Mem. Amer. ent. Inst., N° 5.

TOWNES, H. K. and M. C. TOWNES, 1951. Family Ichneumonidae, pp. 184-409. *In*: Muesebeck, C.F.W.; K. V. Krombein and H. K. Townes, (edits.). Hymenoptera of America north of Mexico. Synoptic catalog. — Agriculture Monogr. N° 2, U.S. Dep. Agric.; U.S. Govt. Print. Off., Washington, D. C.

TOWNES, H. K. and M. C., TOWNES, 1973. A catalogue and reclassification of the Ethiopian Ichneumonidae. — Mem. Amer. ent. Inst., No. 19.

TRIPP, H. A., 1961. The biology of a hyperparasite, *Euceros frigidus* Cress. (Ichneumonidae) and description of the planidial stage. — Can. Ent., 93: 40-58.

UCHIDA, T., 1930. Vierter Beitrag zur Ichneumoniden-Fauna Japans. — J. Fac. Agric., Hokkaido Imp. Univ., Sapporo 25: 243-298.

UCHIDA, T., 1932. Beitraege zur Kenntnis der Japanischen Ichneumoniden. — Ins. Mats., 6: 145-168.

UCHIDA, T. 1955. Neue Oder Wenig Bekannte Schmarotzer der Nadelholz-Blattwespen Nebst Einem Neuen Sekundären Schmarotzer. — Ins. Mats., 19: 1-8.

UCHIDA, T., 1958. Systematische Uebersicht der *Euceros*-Arten Japans (Hym., Ichneumonidae). — Mushi, 32: 129-133.

VARLEY, G. C., 1964. A note on the life history of the ichneumon fly *Euceros unifasciatus* Voll. with a description of its planidium larva. — Entomologist's mon. Mag., 100: 113-116.

VERHOEFF, C., 1892. Über einige seltene Tracheaten der Rheinlande. — Ent. Nachr., 18: 3-5.

VOLLENHOVEN, S.C.S. van, 1878. Espèces nouvelles ou peu connues d'Hymenoptères Térébrants. — Tijdschr. Ent., 21: 153-177.

VOLLENHOVEN, S.C.S. van, 1880. Pinacographia. Illustrations of more than 1000 species of North-West-European Ichneumonidae *sensu* Linnaeano. — Gravenhage.

WALKLEY, L. M., 1958. Family Ichneumonidae, pp. 60-123. In Krombein, K. V. (edit.), Hymenoptera of America north of Mexico, Synoptic catalog — Agriculture Monogr., No. 2, U.S. Dep. Agric., Second Supplement; U.S. Govt. Print. Off., Washington, D. C.

WALKLEY, L. M., 1967. Family Ichneumonidae, pp. 60-123. In Krombein, K. V. and B. D. Burks, (edits.), Hymenoptera of America north of Mexico, Synoptic catalog. — Agriculture Monogr. No. 2, U.S. Dep. Agric., Second Supplement; U.S. Govt. Print. Off., Washington, D. C.

WESMAEL, C., 1840. Note sur les caractères des *Euceros* Grav. (sous-genre d'Ichneumonides). — Bull. Acad. Brux., 7: 360.

WESTWOOD, J. O., 1840. An introduction to the modern classification of insects; founded on the natural habits and corresponding organisation of the different families. (Also: Synopsis of the genera of British insects). Vol. 2. London.

Index to names associated with *Euceros*

albitarsus Curtis, *Euceros* 329, 331, **344**, 346, 348, 367, 370
albomarginatus Cushman, *Euceros* 367
albomarginatus group 370
annulicornis n. sp., *Euceros* 331, 361, **365**, 366, 367, 368
arcuatus Barron, *Euceros* 367
brevinervis n. sp., *Euceros* 330, **353**, 366, 367
canadensis Cresson, *Euceros* 367
clypealis n. sp., *Euceros* 330, 344, **351**, 352, 366, 367
congregatus Barron, *Euceros* 367
coxalis n. sp., *Euceros* 330, 355, **361**, 362, 366, 367, 369, 370
crassicornis; Blanchard, *Bassus (Euceros)* 332
crassicornis Gravenhorst, *Euceros* 328, 332, 335
crassicornis; Vollenhoven (not Gravenhorst), *Euceros* 344
crassicornis; Westwood, *Eumesius* 332
croceus n. sp., *Euceros* 330, **357**, 358, 360, 366, 367
Ctenopelmatinae 328
decorus Walley, *Euceros* 367
dentatus n. sp., *Euceros* 329, **356**, 366, 367
digitalis Walley, *Euceros* 367
dimidiatus Brullé, *Euceros* 344
egawai Uchida, *Euceros (Pseudasthenara)* 355
egregius var. *unifasciatus* Schmiedeknecht, *Euceros* 332
egregius Holmgren, *Euceros* 328, 335, 347
enargiae Barron, *Euceros* 367
Euceratinae Perkins 328
Euceratini Townes 328
Eucerini Seyrig 328
Euceros Gravenhorst **328**, 329, 355, 357, 367, 370
Euceros (Pseudasthenara) Uchida 328, 355
Eucerosini Townes 328
Eucerotinae 328
Eucerotini Seyrig 328
Eumesiides Thomson 328
Eumesiina Schmiedeknecht 328
Eumesius Westwood 328
fasciens Davis, *Euceros* 367
flavescens Cresson, *Euceros* 367
frigidus Cresson, *Euceros* 327, 367
frigidus group 370
gilvus n. sp., *Euceros* 330, **361**, 366, 367
grandicornis Holmgren, *Euceros* 347
incisurae n. sp., *Euceros* 330, **360**, 361, 366, 367
kiushuensis (Uchida), *Euceros* 331, 334, **335**, 340, 367, 369
latitarsus n. sp., *Euceros* 330, 346, **348**, 351, 366, 367
limatus n. sp., *Euceros* 329, **356**, 357, 366, 367, 368
maculicornis n. sp., *Euceros* 331, 357, **358**, 359, 360, 366, 367, 369
madecassus Seyrig, *Euceros* 330, **343**, 367, 369
medialis Cresson, *Euceros* 367
medialis group 370
melanosoma Barron, *Euceros* 367
melleus n. sp., Euceros 330, 358, 360, 366, 367, 368

morionellus; Holmgren, *Euceros* 332
nigritrochantellus; Iwata, *Euceros* 332, 335
nigritrochantellus; Townes, Momoi, and Townes, *Euceros pruinosus* 332
nigritrochantellus; Uchida, *Euceros (Euceros)* 332
obesus Davis, *Euceros* 367
obliquus Barron, *Euceros* 367
Omalocerus Giraud 328
pectinis n. sp., *Euceros* 332, 346, 348, **351**, 352, 366, 367
peronatus Marshall, *Bassus* 347
pinquipes Barron, *Euceros* 367
pruinosus; Dalla Torre, *Euceros* 331, **332**, 334, 335, 337, 340, 367, 369, 370
pruinosus Gravenhorst, *Tryphon* 332
Pseudasthenara Uchida 328, 355
ribesii Barron, *Euceros* 367
ruber Barron, *Euceros* 367
ruficeps n. sp., *Euceros* 331, **363**, 366, 367, 368
rufocincta Ashmead, *Asthenara* 328, 353, 355
rufocincta; Uchida, *Pseudasthenara* 353
rufocinctus; Ashmead, *Euceros* 328, 329, **353**, 355, 366, 367
rufocinctus; Uchida, *Euceros (Pseudasthenara)* 353
sanguineus Davis, *Euceros* 367
sapporensis Uchida, *Euceros* 347
sapporensis; Uchida, *Euceros (Euceros)* 347
sapporensis var. *albibasalis* Uchida, *Euceros* 332
sapporensis var. *kinugawensis* Uchida, *Euceros (Euceros)* 347
sapporensis var. *kiushuensis* Uchida, *Euceros (Euceros)* 335
sapporensis var. *nigritrocantellus* Uchida, *Euceros* 332
sapporensis var. *teshioensis* Uchida *Euceros* 332
semiothisae Barron, *Euceros* 367
semirufus (Cresson), *Trematopygus* 343
sensibus Uchida, *Euceros* 331, 334, **337**, 367, 369
sensibus; Uchida, *Euceros (Euceros)* 337
serricornis Haliday, *Bassus* 346, 348
serricornis (Haliday), *Euceros* 328, 332, 334, 343, **346**, 347, 348, 350, 351, 353, 366, 367, 370
serricornis var. *peronatus*; Morley, *Euceros* 347
signicornis n. sp., *Euceros* 331, **359**, 360, 366, 367, 369
superbus auct., *Euceros* 335
superbus Kriechbaumer, *Euceros* 328, 332, 335
Tautozelus Foerster 328
thoracicus Cresson, *Euceros* 367
Tryphoninae 328
tunetanus Schmiedeknecht, *Eumesius* 340
tunetanus; Schmiedeknecht, *Euceros* 330, 334, **340**, 367, 369
unifasciatus Vollenhoven, *Euceros* 332, 334, 335

Index to hosts associated with *Euceros*

Achatea piniperda 335
Boarmia sp. 335
Bracionycha sphinx 346
Callimorpha dominula 335
Campopleginae sp. 335, 362
Carinthia afritzer 335
Cidaria berberata 335
Croesus varus 335
Ctenopseustis obliquuna 362, 363
Dasychira pudibunda 337
Deilinia pusaria 335
Demas coryli 335
Dusona insignita 346
Dusona sp. 346
Erannis defoliaria 346
Euchoeca nebulata 335
Eupithecia abbreviata 335
Gilpinia tohii 335
Hyposoter disparis 337
Ipoctoninus striatus 335
Lamachus sp. 335, 348
Liparis dispar 337
Lymantria dispar 335
Mesoleiini sp. 335, 348
Nematus cadderensis 348
Neodiprion 370
Neodiprion sertifer 335
Ophion luteus 335
Ophion sp. 335, 346
Phobocampe disparis 335
Pinus griffithii 335
Pinus radiata 362
Planotortrix notophaea 362, 363
Tenthredinidae sp. 335
Tentredopsis sp. 348
Thrichiosoma latreilli 335
Zephyrus quercus 335

Naturaliste can., 105: 375-382 (1978).

ÉCHANTILLONNEUR DE GRAND VOLUME D'EAU POUR L'ÉTUDE PLURIDISCIPLINAIRE DU SESTON

S. A. POULET, D. COSSA et M. MORISSETTE

Institut national de la recherche scientifique, INRS-Océanologie, 310, Des Ursulines, Rimouski, Québec.

Résumé

Un nouveau type de déclencheur mécanique permet de fermer simultanément à une ou deux profondeurs, quatre bouteilles Niskin de 30 L disposées en rosette. La rosette est conçue pour recevoir des unités de filtration sous pression permettant de récolter rapidement des quantités satisfaisantes de seston. Ce système répond à la nécessité d'étudier simultanément plusieurs paramètres d'une même masse d'eau. Il est utilisé avec succès depuis deux ans dans le cadre d'une étude chimique et biologique du seston dans l'estuaire et le golfe du St-Laurent.

Abstract

A new type of mechanical release allows simultaneous closure, at one or two depths, of four 30 L Niskin bottles disposed on a rosette. The rosette is designed for the attachment of pressure filtration units, which allow large quantities of seston to be collected in a short period of time. The apparatus is suitable for the simultaneous sampling of several parameters from the same water mass. This system has been used with success for two years in chemical and biological studies of seston in the estuary and gulf of St. Lawrence.

Introduction

Les études simultanées de la distribution (concentration et taille) de la biomasse (C, N, ATP, Chlorophylle) et de la composition chimique (substances organiques et éléments en traces) du seston, souvent nécessaires aux recherches écologiques, biogéochimiques et en pollution requièrent le prélèvement d'échantillons d'eau de grand volume. Cette contrainte résulte soit du faible niveau des concentrations du seston dans le milieu, soit de la présence à l'état de traces de certains composés, ou des performances limitées de certaines méthodes analytiques. En outre, les échantillonneurs doivent être construits dans un matériau répondant aux exigences des analyses des traces (Zief and Mitchell, 1976). Deux types d'échantillonneurs de grands volumes ont, jusqu'à présent, été développés: les systèmes à pompe et les systèmes à bouteille.

Les pompes à palettes sont largement utilisées (Silker *et al.*, 1971; Jefferey *et al.*, 1973; Beer *et al.*, 1974; Bishop *et al.*, 1976) mais lorsqu'elles sont placées en amont du système de filtration, nous avons constaté des valeurs erratiques en ATP, en chlorophylle, en carbone et en azote particulaires, de 5 à 45% inférieures à celles obtenues lors de prélèvements effectués simultanément au moyen de bouteilles Niskin (Tableau 1). Ces différences résultent probablement du bris des cellules planctoniques sous l'effet de la rotation des palettes et de la mise en solution de matériel cellulaire. Les pompes péristaltiques ou à diaphragme, créant moins de turbulence,

TABLEAU I

Comparaison de la concentration de 4 paramètres du seston échantillonné dans une même colonne d'eau à 7 profondeurs discrètes, simultanément à l'aide d'une pompe à palette (Pompe Jaccuzzi 17 — Stage, mue par un moteur électrique Franklin Electric de ½ C.V.) et d'une bouteille (Niskin de 30 litres). Valeurs moyennes et écarts types (n = 7).

	Pompe	*Bouteille*	*Perte relative (%)*
ATP (ng. l^{-1})	357 ± 241	454 ± 183	45,5
Carbone (µg. l^{-1})	307 ± 67	369 ± 136	17
Azote (µg. l^{-1})	51,3 ± 13,3	58,3 ± 17,5	12
Chlorophylle (µg. l^{-1})	3,48 ± 1,42	3,67 ± 1,44	5

respectent mieux l'intégrité des cellules, de même que toute pompe placée en aval du système de filtration. Les systèmes de pompage, actuellement utilisés pour l'analyse en continu d'un paramètre biologique (chlorophylle) et de quelques paramètres physiques sur des profils horizontaux ou verticaux, ne sont réellement efficaces qu'à la condition d'être reliés à un système électronique d'enregistrement des données. Bien que très prometteuses, ces techniques comportent encore de nombreuses limitations. Quelque soit le mécanisme des pompes, le rapport élevé entre la surface interne des tuyaux d'adduction et le volume de l'échantillon semble être à l'origine des contaminations observées par Segar et Berberian (1975) dans l'analyse d'éléments en traces. Les systèmes de filtration *in situ* (Beer *et al.* 1974; Bishop et Edmond, 1976) semblent pallier à cet inconvénient, grâce à la longueur minimale de la tuyauterie et aux unités de filtration, placées en amont des pompes. Toutefois, conçus pour la mesure d'un ou deux paramètres, ils s'avéreraient très lourds à manipuler et onéreux si on les adaptait à la récolte simultanée de nombreux échan*tillons de seston.*

Les dispositifs à bouteilles offrent une alternative aux systèmes de pompage. Deux conceptions différentes existent: la bouteille unique de grand volume (Bien *et al.*, 1960; Brocker *et al.*, 1960; Gerard et Ewing, 1961; Bodman, 1961; Yound *et al.*, 1969; Roether, 1971) et la rosette supportant plusieurs bouteilles (Niskin, 1968). L'avantage de ce dernier type d'échantillonneur est indéniable. En effet, plusieurs bouteilles sur le même support permettent de récolter un volume d'eau égal ou supérieur à celui récolté par les plus grosses bouteilles. De plus, la manœuvrabilité de ces rosettes est supérieure à celle d'une bouteille unique de grand volume, dont la fixation et le retrait sur un câble hydrographique constituent des opérations périlleuses et mal aisées, en particulier sur des navires de faible tonnage. Le prix élevé des modèles de rosette à déclenchement électronique (Niskin, 1968) et l'inconvénient inhérant au câble à double fonction (tracteur et conducteur) nous a conduits à mettre au point une rosette de bouteilles Niskin munie d'un déclencheur mécanique original. La simplicité de la fabrication et le coût limité de cet appareil met sa réalisation à la portée de n'importe quel laboratoire.

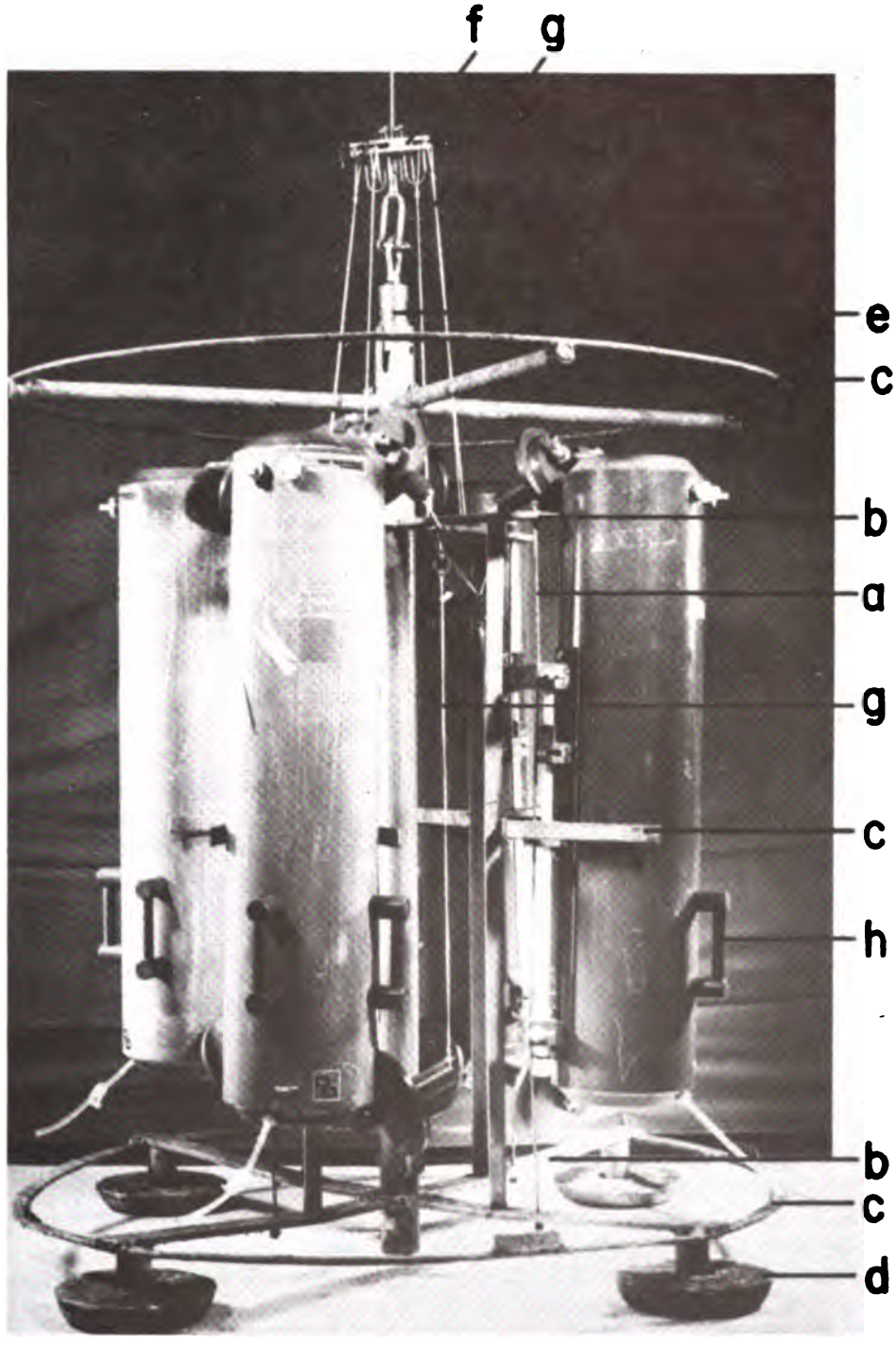


Figure 1. Rosette. (a) câble en acier inoxydable, (b) croix métalliques, (c) cercles et arc protecteurs, (d) lests de plomb, (e) émérillon et manille, (f) déclencheur, et (g) filins retenant les bouchons en position ouverte. Les bouteilles Niskin de 30 L (h) sont inversées.

Description

LA ROSETTE

Quatre bouteilles Niskin d'une capacité individuelle de 30 L sont fixées en rosette sur 4 câbles (fig. 1, a) en acier inoxydable de 7 mm de diamètre tendus entre deux croix métalliques (fig. 1, b) superposées et soudées à un axe central. La protection contre les chocs est assurée en haut et en bas par deux cercles et par un arc (fig. 1, c) qui protège la partie médiane de la bouteille tout en empêchant sa rotation autour du câble. À la base, la structure métallique repose sur 5 pieds de 10 cm de haut, permettant de l'isoler du pont du navire. À chacun des 5 pieds peut être fixé un lest amovible (15 kg) en plomb (fig. 1, d). Au sommet apparaît l'anneau d'un émérillon (fig. 1, e) logé dans l'axe central et une manille permettant de fixer l'ensemble au câble hydrographique. Afin de supprimer les sources de contamination, toutes les parties métalliques de cet appareil, sont soit en acier inoxydable (câble hydrographique, messagers, déclencheur, émérillon, manille) soit noyées dans la résine acrylique renforcée par de la fibre de verre (rosette entière, lest en plomb). Le ressort interne en caoutchouc et les chaînes des fermoirs des bouteilles Niskin sont recouverts respectivement d'une gaine un Teflon (PTFE) et de tuyau en Tygon (PVC).

LE DÉCLENCHEUR

Le système standard d'ouverture et de déclenchement de la fermeture des bouteilles Niskin n'est pas utilisable sur un tel dispositif. Il est remplacé par un déclencheur (fig. 1, f) fixé sur le câble au-dessus de la rosette. Ce nouveau type de déclencheur (fig. 2) est composé de deux plaques métalliques en acier inoxydable, réunies par un pivot latéral (fig. 2, a) qui se ferment côte à *côte sur le câble hydrographique* à l'aide d'un verrou (fig. 2, b). Chaque plaque est percée de deux trous symétriques par rapport à l'axe du câble où peuvent coulisser des pistons (fig. 2, c) recourbés en U à leur partie inférieure. L'extrémité inférieure de chaque piston remonte dans la plaque au centre d'une alvéole (fig. 2, d) et retient, en position ouverte, la boucle du filin reliée au bouchon supérieur de la bouteille. Le filin du bouchon supérieur de chaque bouteille doit passer sous un des bras de la croix supérieure de la rosette (fig. 1, g) pour assurer une tension latérale minimum sur l'axe du piston et une position adéquate des bouchons. Le filin du bouchon inférieur est maintenu au précédent à l'aide d'un mousqueton. Les quatre bouteilles se ferment simultanément lorsqu'un messager percute la partie supérieure des pistons, ce qui a pour effet d'abaisser l'autre extrémité et de libérer ainsi la boucle de chaque filin. Un ressort (fig. 2, e) situé à la partie supérieure ramène le piston en position relevée après le retrait du messager. L'orifice central du déclencheur (fig. 2, f) doit avoir un diamètre légèrement supérieur à celui du câble hydrographique, pour lui permettre de pivoter et de suivre les mouvements de la rosette qui est libre de tourner sur elle-même grâce à l'émérillon, afin d'éviter une surtension et l'enchevêtrement des filins.

Ce système permet de récolter soit un échantillon de 120 l d'eau à une seule profondeur, soit de prélever deux échantillons de 60 l à deux profondeurs successivement, grâce à une modification mineure du déclencheur. Il suffit de garder un seul des quatre pistons précédents (fig. 3, a), d'en ajouter un autre (fig. 3, b) plus excentré et 2,5 fois plus long, et de faire fonctionner les bouteilles par couple. La rosette ayant atteint la profondeur désirée, on déclenche d'abord la fermeture des deux bouteilles reliées au piston court à l'aide d'un messager ordinaire. Un

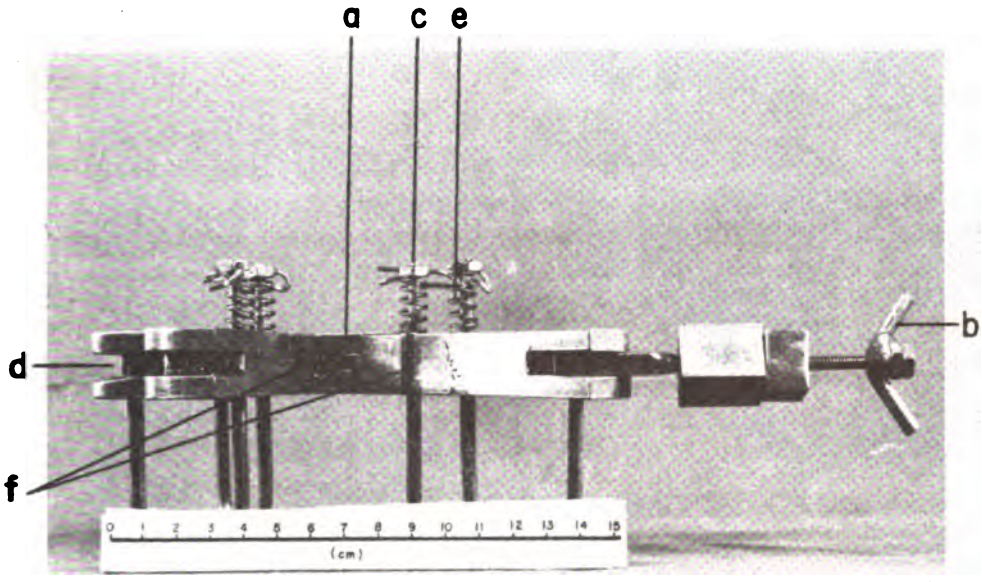


Figure 2. Déclencheur à 4 pistons égaux: déclenchement à une profondeur. (a) pivot latéral, (b) verrou, (c) piston, (d) alvéole, (e) ressort, (f) orifice central.

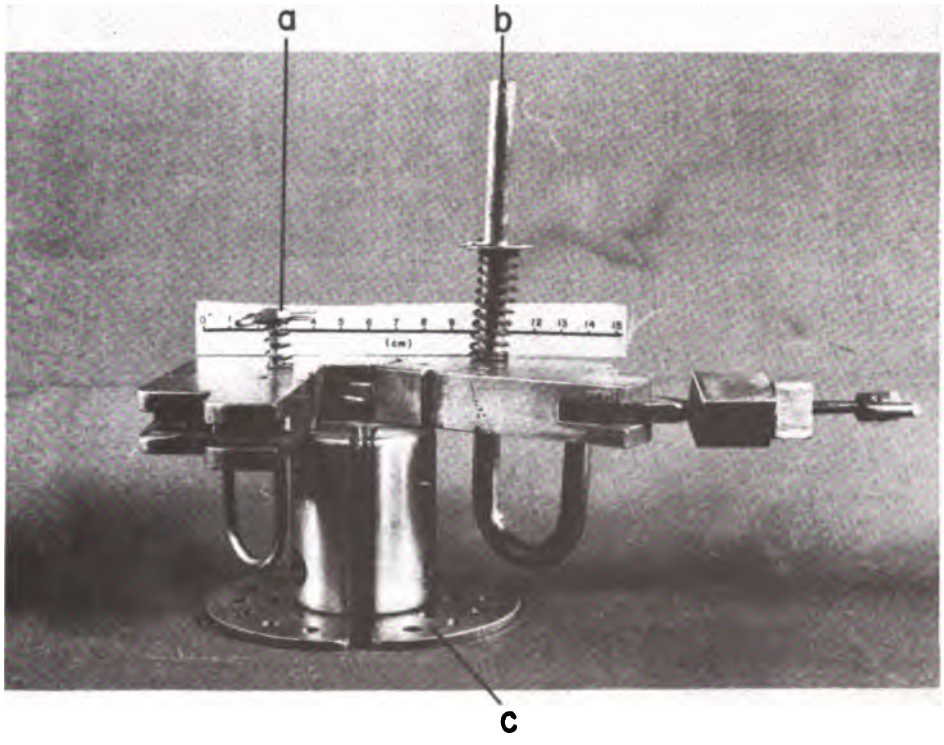


Figure 3. Déclencheur à 2 pistons inégaux: déclenchement à deux profondeurs. (a) piston à tige courte, (b) piston excentré à tige longue, (c) messager modifié.

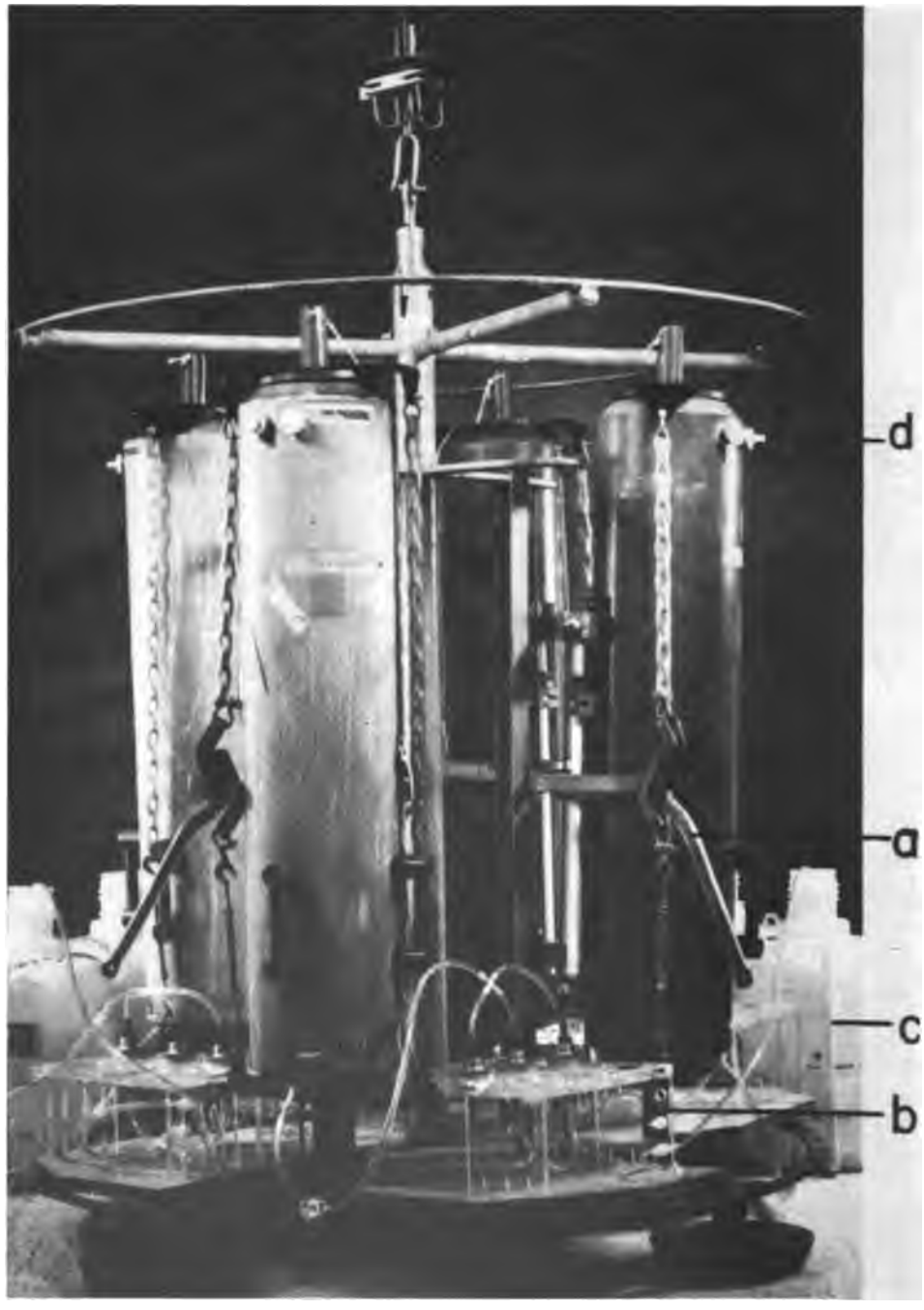


Figure 4. Rosette pendant la filtration. (a) fermoir à levier, (b) plateau et supports de filtre, (c) ré cipient jaugé (d) valve d'admission de l'azote sous pression.

second messager ayant à sa base une plaque circulaire perforée en acier inoxydable (fig. 3, c) déclenche à une seconde profondeur la fermeture des deux autres bouteilles en percutant le piston long et excentré. Le rayon de la base d'un messager doit être égal à la distance séparant l'axe du câble hydrographique de la tige coulissante la plus longue d'un piston.

LE SYSTÈME DE FILTRATION

Durant les filtrations, les bouteilles demeurent sur le pont du navire, fixées à l'envers sur la rosette pour permettre une vidange complète de l'eau et éviter ainsi l'effet de la sédimentation des particules (fig. 1 et 4). Des fermoirs à levier (fig. 4, a) assurent une étanchéité parfaite des bouteilles Niskin pendant la filtration sous pression (azote à 0,15 kg cm^{-2}; fig. 4, d). La rosette reçoit à la base 4 plateaux en Plexiglass (fig. 4, b) pouvant contenir chacun un nombre variable de supports de filtre de 47 ou de 90 mm de diamètre. Les connexions entre les bouteilles, les supports de filtre et les récipients jaugés destinés à la mesure des volumes d'eau filtrée (fig. 4, c) sont assurées par des tubes en PVC, reliés par des raccords en Y ou T munis de clamp à la sortie des bouteilles. Pour éviter les contaminations occasionnées par le dépot de la microcouche superficielle sur la surface interne des bouteilles lors de leur immersion, les bouteilles Niskin peuvent éventuellement être remplacées par des Go-Flo (General Oceanic) faites pour traverser la surface de l'eau en position fermée. L'utilisation de ces nouvelles bouteilles construites pour fonctionner sous pression, permettrait d'éliminer les fermoirs à levier si leur étanchéité et le système de déclenchement n'étaient pas si souvent défectueux.

Ce système est utilisé avec succès depuis deux ans dans le cadre d'une étude chimique et biologique du seston de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. D'un fonctionnement simple et fiable, il permet de recueillir rapidement (10 à 30 min., selon l'abondance des particules) et simultanément des séries d'échantillons de seston assez abondants pour l'étude de plusieurs paramètres chimiques et biologiques d'une même masse d'eau.

Références

BEER, R. M., J. P. DAUPHIN and T. S. HOLES, 1974. A deep-sea in situ suspended sediment sampling system. — Marine Geology, 17: M35-M44.

BIEN, G. S. N. W. RAKESTRAW and H. E. SUESS, 1960. Radio carbon concentration in Pacific ocean water. — Tellus, 12: 436-443.

BISHOP, J.K.B. and J. M. EDMOND, 1976. A new large volume filtration system for the sampling of oceanic particulate matter. — J. mar. Res., 34: 181-198.

BODMAN, R. H., L. V. SLABAUGH and V. T. BOWEN, 1961. A multipurpose large volume seawater sampler. — J. mar. Res., 19: 141-148.

BROECKER, W. S. R. GERARD, M. EWING and B. C. HEEZEN, 1960. Natural radiocarbon in the Atlantic ocean. — J. geophys. Res. 65: 2904-2931.

GERARD R. and M. EWING, 1961. A large-volume water sampler. — Deep-sea Res., 8: 298-301.

JEFFEREY, L. M., A. D. FREDERICKS, and E. HILLIER, 1973. An inexpensive deep-sea pumping system. — Limnol. Oceanogr., 18: 335-340.

NISKIN, S. J., 1968. A deck command multiple water sampler. — Mar. Sci. Instrumn, 4: 19-21.

ROETHER, W. 1971. Flushing of the Gerard-Ewing large volume water sampler. — J. geophys. Res., 76: 5910-5912.

SEGAR, D. A. and G. A. BERBERIAN, 1975. Trace metal contamination by oceanographic samplers. — *In*: Analytical methods in oceanography. T.R.P. Gibbs, Jr. (ed.), Advances in chemistry series No. 147. — Am. chem. Soc.

SILKER, W. B., R. W. PERKINS and H. G. RIECK, 1971. A sampler for concentrating radionuclides from natural waters. — Ocean Engng, 2: 49-55.

YOUNG, A. W., R. W. BUDDEMEIER and A. W. FAIRHALL, 1969. A new 60-liter water sampler built from a beer Keg. — Limnol. Oceanogr. 14: 634-637.

ZIEF, M. and J. W. MITCHELL, 1976. Contamination control in trace element analysis. — Chem. Analysis Ser., vol. No. 47. Wiley-Inter-science publication.

Remerciements

Nous remercions M. Robert Noël pour ses suggestions utiles lors de la réalisation de l'appareil et M. Mario Gagnon pour les photographies. Ce travail a été partiellement financé par des subventions CNRC (A 9667) et DGES-FCAC.

Naturaliste can., 105: 383-415 (1978).

LES FORÊTS DÉCIDUES ET MIXTES DE LA RÉGION APPALACHIENNE DU SUD QUÉBÉCOIS

André BOUCHARD

Département de Sciences biologiques, Université de Montréal et Jardin botanique de Montréal 4101 est, rue Sherbrooke, Montréal, Québec H1X 2B2

et

Paul F. MAYCOCK

Department of Botany, Erindale College, University of Toronto, Mississauga, Ontario L5L 1C6

Résumé

Dans le cadre d'une étude de la végétation forestière de l'Est du Canada, 91 forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du Sud québécois ont été échantillonnées avec la méthode des quadrants centrés sur le point et des mètres carrés. Leur composition floristique, comprenant 404 taxons, est comparée à celle de l'ensemble du Québec-Labrador. Des ordinations indirectes et directes font ressortir le régime hydrique, le stade de succession ainsi que l'altitude comme principaux facteurs responsables de l'organisation floristique de ces forêts décidues et mixtes.

Abstract

As part of a study of the forest vegetation of eastern Canada, 91 stands of the appalachian northern conifer-hardwoods in southern Québec were sampled with the quarter method. The floristic composition of these forests, including 404 taxons, was compared with the flora of all of Quebec/Labrador. Indirect and direct ordinations indicate that the floristic organization of these forests is mainly due to the moisture regime, the successionnal status and the altitude.

Introduction

En Ontario et au Québec, la forêt décidue de l'est de l'Amérique du Nord et la forêt boréale transcontinentale se rencontrent et forment ainsi de nombreuses communautés végétales. Avant d'analyser globalement cette grande zone, il a fallu, dans un premier temps, la diviser en plusieurs secteurs pour en faciliter l'étude. Dans le cadre de ce projet à long terme, dirigé par P. F. Maycock, les forêts décidues de l'extrémité sud de l'Ontario (Maycock, 1963), les forêts décidues et mixtes du centre de l'Ontario (Davies, 1968; Lambert et Maycock, 1968), les forêts décidues et mixtes des Basses Terres du Saint-Laurent (Op de Beeck, 1972), celles des Montérégiennes du sud du Québec (Walther, 1963) ainsi que les inclusions boréales du sud du Québec et de l'Ontario (Warder, 1970) ont déjà été étudiées avec la méthodologie de l'école du Wisconsin (Curtis, 1959). Des études sur d'autres secteurs sont présentement en cours. La présente analyse des forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du Sud québécois fait partie de ce projet.

Ce secteur appalachien est particulièrement intéressant à cause de sa situation géographique. En effet le nord de la grande forêt décidue, le sud de la forêt

boréale transcontinentale et le nord de la forêt boréale appalachienne se rencontrent sur ce territoire montagneux. Il en résulte un grand nombre de communautés végétales. Celles-ci ont été analysées quantitativement afin d'élucider les interrelations entre ce complexe de végétation et les conditions écologiques.

Description de la région étudiée

Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du Sud québécois sont situées entre les 45ième et 47ième parallèles dans les Cantons de l'Est et la Beauce. Ce secteur montagneux est borné par les Basses Terres du Saint-Laurent à l'ouest et par la frontière des États-Unis à l'est (fig. 1).

L'assise rocheuse de ce territoire est complexe. Elle consiste surtout en strates du Cambrien et de l'Ordovicien trouées de petits secteurs de roches intrusives et métamorphiques du Précambrien (Rowe, 1972). À l'aide de la classification physiographique de Dubois (1973, 1974), on peut subdiviser ce paysage en quatre régions: la grande plate-forme appalachienne, les montagnes Vertes telles que les monts Sutton, les monts Notre-Dame au nord du secteur étudié et les montagnes Blanches avec les plus hauts sommets de la région, les monts Gosford 1159 m et Mégantic 1106 m. Les orientations du relief, SO-NE, sont déterminées par les grandes directions tectoniques. L'élévation progressive du terrain de la limite intérieure du piémont 152-213 m aux montagnes frontalières 457-518 m, est probablement due à une plus grande ampleur du plissement (Dubois, 1974). La direction générale des principaux cours d'eau, entre autres le Saint-François et la Chaudière, est conforme à la pente SE-NO de la plate-forme appalachienne. Cinq grands lacs sont

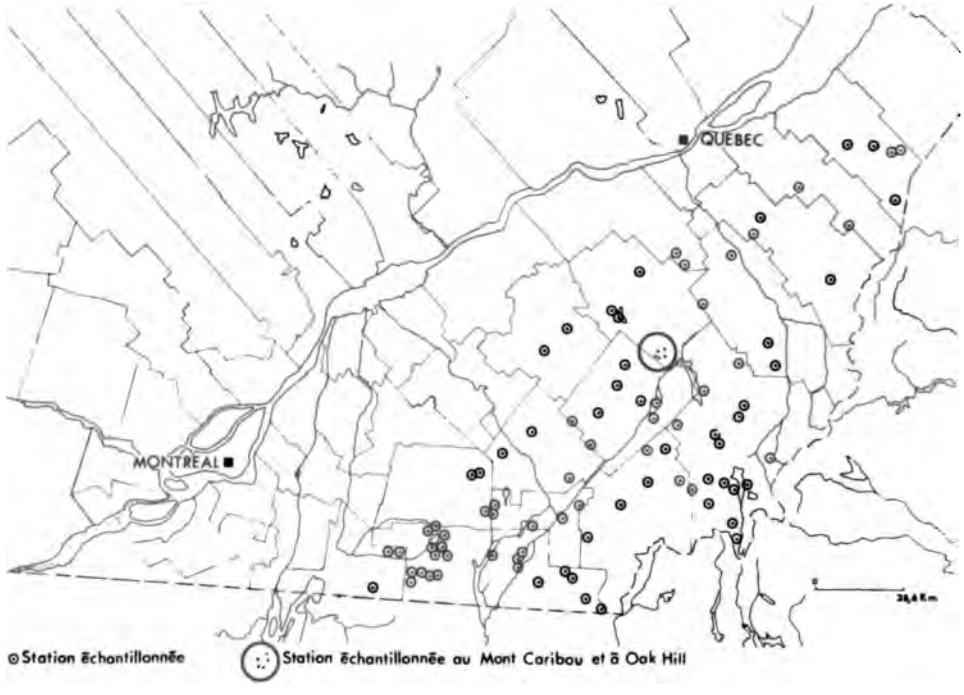


Figure 1. Distribution géographique des 91 stations échantillonnées de forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois.

reliés directement ou indirectement à ces rivières : Memphrémagog, Massawipi, Mégantic, Aylmer et Saint-François.

Ce territoire est recouvert en grande partie de dépôts glaciaires et fluvioglaciaires ; en plus, des dépôts de la mer de Champlain se retrouvent le long du côté nord-ouest de la section étudiée. Le sol dominant pour cette région est un podzol humo-ferrique orthique, alors que le gleysol orthique est souvent le sous dominant. Dans les secteurs montagneux, les affleurements rocheux sont sous-dominants ou encore constituent des inclusions importantes tandis que, dans les dépressions, les fibrisols forment aussi des enclaves importantes (Clayton *et al.*, 1977).

Le climat de cette région du Québec méridional a été étudié par Ferland et Gagnon (1967). Le secteur sud-ouest a une température moyenne annuelle supérieure à 4,4°C, alors que la plus grande partie est entre 4,4°C et 3,0°C. Le secteur NE est inférieur à 3,0°C. La température moyenne annuelle et les températures moyennes de janvier (variant de −10,8°C à −12,2° C) et de juillet (variant entre 18,3°C et 15,5°C) font ressortir la similitude climatologique de cette région avec les Laurentides, au nord des Basses Terres du Saint-Laurent. La précipitation totale annuelle est élevée (au-dessus de 101,6 cm) pour une partie du secteur sud alors qu'elle est entre 101,6 cm et 81,3 cm pour les secteurs du centre et du nord. Les variations climatiques se font donc dans le sens des orientations du relief, soit SO-NE. Ce patron de variation se complexifie par la présence de montagnes telles que le mont Orford et le mont Gosford vu que les variations de température SO-NE se répètent avec l'altitude.

Alors que les bois francs nordiques dominent dans le secteur sud, la forêt boréale occupe le secteur nord de la région étudiée. En passant du sud au nord, les communautés forestières deviennent de moins en moins diversifiées. Les forêts sont aussi beaucoup moins riches que celles des Basses Terres du Saint-Laurent. *Acer saccharinum, Carya cordiformis, C. ovata* et *Juglans cinerea* sont assez rares dans ce complexe forestier, tandis que des éléments boréaux devant leur présence à une plus grande altitude, tels que *Abies balsemea, Picea glauca* et *P. rubens,* se rencontrent fréquemment. Dans cette région montagneuse, les forêts boréales colonisent les hauts de montagnes telles que les monts Sutton, Orford, Mégantic et Gosford, de même que les vallées humides drainant l'air froid. De grandes tourbières de *Picea mariana*, comme celle de Stornoway, peuvent combler certaines de ces vallées. Le long d'un gradiens SO-NE, *Picea mariana,* dans ces vallées humides, et *Abies balsamea, Picea glauca* et *P. rubens,* sur le haut des montagnes, deviennent de plus en plus abondants. Ces espèces conifériennes réduisent ainsi la superficie des bois francs nordiques qui, coincés entre ces deux types de forêts boréales, forment des ceintures de forêts autour des montagnes élevées en plus de recouvrir complètement les collines de moindre altitude.

Acer saccharum, Betula lutea, Acer rubrum, Fagus grandifolia, Abies balsamea et *Picea rubens* constituent le groupe de base de ces forêts décidues et mixtes en situation mésique. Les stations mésiques du sud, telles que Frelighsburg, Cowansville et Magog, comprennent *Acer saccharum, Fagus grandifolia, Ostrya virginiana, Fraxinus americana, Tsuga canadensis, Prunus serotina* et *Tilia americana*, tandis que les bois francs nordiques caractéristiques de la région en général sont dominés par un mélange composé des six espèces du groupe de base. De telles forêts sont fréquentes dans les comtés

de Frontenac, de Compton, de Wolfe et de Mégantic, de même que dans les comtés nordiques de la région étudiée. Avec une augmentation de l'altitude, *Betula Lutea, B. papyrifera, Abies balsamea* et *Picea rubens* deviennent des éléments plus importantes des forêts mésiques; *Acer saccharum* diminue d'importance jusqu'à devenir à peu près absent des stations dominées par *Betula lutea* et *B. papyrifera* (Mont Sutton, Mont Orford, Mont Mégantic, Mont Gosford). À l'étage suivant, les bétulaies sont rapidement remplacées par des forêts boréales dominées par *Abies balsamea, Picea rubens, Pyrus decora* et *Betula papyrifera*. Ces dernières stations sont souvent situées sur des pentes beaucoup plus abruptes. Au nord de la région, les bois francs nordiques sont restreints aux endroits mésiques bien protégés.

Les forêts décidues et mixtes des endroits humides sont également remplacées le long du gradient SO-NE par des forêts boréales. Alors que dans la partie sud, les bois francs nordiques se retrouvent ici et là dans les endroits humides; ils sont strictement restreints aux situations mésiques plus au nord. Dans les vallées humides, ces stations riches en espèces comprennent *Thuja occidentalis, Abies balsamea, Ulmus americana* et *Fraxinus nigra*. *Acer saccharinum, Acer negundo* et *Salix* spp. colonisent les quelques rares bords de rivière et de lac ayant encore une végétation forestière.

Les forêts décidues et mixtes des endroits xériques sont très rares dans cette région des Appalaches et sont à peu près restreintes aux affleurements de serpentine de Black Lake. Des stations étendues de *Pinus resinosa*, avec *Pinus strobus* comme sous-dominant, dominent les paysages accidentés des comtés de Beauce, de Mégantic, de Wolfe et de Richmond. Les stations de *Pinus strobus* sont rares. Elles sont localisées dans les sites très bien drainés de la région de Knowlton, du Lac Massawipi et de Coaticook. La Pruche du Canada *(Tsuga canadensis)* se retrouve quelques fois dans des stations de *Pinus strobus* ou encore dans les bois francs nordiques. Parfois, ils dominent presque complètement certains sites xériques ayant une pente abrupte. *Quercus rubra* est une espèce relativement rare. Une seule station, dominée par les Chênes rouges, a été trouvée pour toute la région étudiée, à Oak Hill près de Coleraine.

Les forêts de succession de *Populus tremuloides*, de *P. grandidentata* et de *Betula papyrifera* sont nombreuses et particulièrement importantes dans les secteurs récemment coupés tels que ceux du Lac Mégantic, de Daaquam et de Bukland. De jeunes forêts de *Betula populifolia* sont aussi présentes, quoique beaucoup moins nombreuses. *Thuja occidentalis*, comme à Bulwer, et *Picea glauca* et *P. rubens*, comme à Coaticook, envahissent souvent des champs abandonnés, là où le climax semblerait plutôt être le bois franc nordique. Ces nombreuses forêts de succession ajoutent beaucoup de diversité à ce point de rencontre entre les bois francs nordiques et la forêt boréale.

Le territoire étudié se trouve donc à l'intérieur de trois grands domaines de végétation, à savoir l'érablière laurentienne, l'érablière à Bouleau jaune et la sapinière (Dansereau, 1959; Grandtner, 1966 et Richard, 1977). Le domaine le plus méridional, l'érablière à Caryers, ne rejoint pas ce secteur puisqu'il est restreint à l'extrémité sud-ouest du Québec (Grandtner, 1966). Les forêts feuillues et boréales se seraient succédées dans cette partie des Appalaches, à la suite du retrait de l'inlandsis wisconsinien (Richard, 1977). Ainsi tour à tour, la sapinière aurait été remplacée

par l'érablière à Bouleau jaune et l'érablière à Bouleau jaune par l'érablière laurentienne. En gros, le paysage forestier actuel existerait depuis environ 5 000 ans (Richard, 1977).

Une grande partie des bois francs nordiques a été utilisée par l'Homme. En effet, un grand nombre de forêts ont été coupées pour faire place à l'agriculture. Les Cantons de l'Est, cependant, furent colonisés beaucoup plus tard que les Basses Terres du Saint-Laurent. Philipsburg, le premier village de cette région, ne fut fondé qu'en 1784 par des Loyalistes (Blanchard, 1960). Durant les années suivantes, la colonisation fut restreinte aux cantons du sud. En 1815, le Gouverneur Craig fit construire une route jusqu'à Lennoxville; d'autres routes furent construites le long des rivières Chaudière et Saint-François et ce n'est qu'en 1857 qu'on put se rendre par route au Lac Mégantic. Les rivières n'étant pas particulièrement propices au flottage, la coupe commerciale du bois fut en quelque sorte retardée jusqu'à l'établissement d'un réseau de chemins de fer. Ainsi le comté de Richmond ne devint important, pour l'industrie forestière, qu'entre 1850 et 1870. Enfin, en 1878, le chemin de fer se rendit au lac Mégantic et un moulin à scie y fut construit. Cette colonisation relativement récente explique, en partie, la présence de nombreux bois francs dans cette région du Québec. Blanchard (1960) mentionne aussi la préférence des premiers colons, en majorité anglo-saxons, pour l'élevage du bétail plutôt que pour la coupe du bois. Plus tard, les Francophones s'infiltrèrent dans ces régions et continuèrent l'élevage aussi que l'exploitation des «sucreries». Aujourd'hui, nous trouvons donc, surtout en comparaison avec les Basses Terres du Saint-Laurent si propices à l'agriculture, un bon nombre de belles forêts qui ont été protégées à cause de leur inacessibilité et du type d'utilisation.

Méthodologie

SÉLECTION DES STATIONS

Les 91 stations étudiées ont été sélectionnées dans le but de bien représenter la variation des communautés forestières pour la région décrite aux paragraphes précédents (fig. 1). Chaque station devait être homogène sur une superficie d'au moins 2 ha (5 acres) à 4 ha (10 acres). Cependant, pour certaines communautés forestières comme les forêts humides des rivages, des stations moins étendues ont dû être échantillonnées. Toutefois, ces cas représentent moins de 10% des sites étudiés. Les stations, récemment perturbées n'ont pas été inclues dans l'échantillonnage.

La liste donnant la localisation des 91 stations, étudiées en 1968 et 1969, a été donnée par Bouchard (1970). Les relevés de végétation sont présentement conservés au Laboratoire d'écologie végétale du Collège Erindale de l'Université de Toronto.

COLLECTE DE L'INFORMATION SUR LE TERRAIN

Pour chaque station, une liste complète de toutes les espèces vasculaires fut d'abord dressée. Ensuite, la méthode des quadrants centrés sur le point (Cottam et Curtis, 1956; Curtis, 1959 et Maycock, 1963) fut utilisée pour échantillonner la strate arborescente de même que la strate des gaulis. Quoique 30 points furent normalement sélectionnés, dans le cas des stations moins étendues, le nombre de ceux-ci a dû être diminué. À tous les deux points, la présence de toutes les plantes herbacées, arbustes et semis, fut notée à l'intérieur d'un quadrat d'un mètre carré.

À tous les 10 points, une description des différents horizons des sols fut faite et leur pH respectif établi. Les données sur les sols seront présentées dans l'ouvrage d'ensemble sur les forêts décidues et mixtes de l'Ontario et du Québec (Maycock, en préparation). D'ailleurs deux publications traitent déjà en détail les relations sol-végétation d'une bonne partie des communautés végétales de la région appalachienne du Sud québécois (Jurdant et Roberge, 1965; Marcotte et Grandtner, 1974). Chaque station fut ensuite classifiée quant au régime hydrique, à savoir: xérique, xérique-mésique,mésique,hydrique-mésique et hydrique (Maycock et Curtis, 1960). L'altitude fut déterminée à partir des cartes topographiques (1/50,000), alors que la pente et son orientation furent mesurées sur le terrain.

ANALYSE AU LABORATOIRE

Les données quantitatives de la strate arborescente ont servi au calcul des valeurs d'importance, densité — fréquence — dominance (Maycock, 1963). La fréquence, pour les plante herbacées, les arbustes et les semis, fut obtenue en divisant le nombre de quadrats où ces espèces ont été observées par le nombre total de quadrats. Nous avons transformé ces fréquences en pourcentage. Pour chaque espèce, la constance fut obtenue en divisant le nombre de stations où celle-ci est présente par le nombre total de stations. Nous avons transformé ces constances en pourcentage. La nomenclature taxonomique suit généralement la huitième édition du Gray's Manual (Fernald, 1950). Les spécimens ont été déposés au Laboratoire d'écologie végétale du Collège Erindale de l'Université de Toronto. De nombreux duplicata furent incorporés à la collection de l'Université McGill (MTMG).

Vu que la présente étude concerne *les forêts décidues* et mixtes, nous n'avons pas inclus les stations boréales dans l'analyse. Nous avons donc arbitrairement exclu les stations ayant une valeur d'importance de plus de 150 (sur un total possible de 300) d'*Abies balsamea* et/ou de *Picea glauca* et/ou de *Picea mariana* et/ou de *Picea rubens*. Celles-ci furent plutôt analysées par Warder (1970) dans son étude des enclaves boréales du Sud du Québec et de l'Ontario.

Des ordinations ont été faites pour analyser l'ensemble des données. Nous avons fait des analyses indirectes et directes de gradients (*sensu* Whittaker, 1967, 1973). Les analyses indirectes de gradients peuvent permettre d'identifier les principales variables de l'environnement qui sont responsables de cette mosaïque de végétation. L'approche de l'ordination polaire, communément désignée ordination Bray-Curtis ou ordination de l'École du Wisconsin fut choisie à cause de ses avantages discutés dans la littérature récente (Kessell et Whittaker, 1976; Gauch *et al.*, 1977). Les données furent d'abord soumises à une double standardisation, afin d'éliminer les différences résultant du mode d'échantillonnage des diverses strates et de minimiser la surévaluation des espèces dominantes (Cottam *et al.*, 1973). Le coefficient utilisé pour l'analyse des matrices doublement standardisées est le complément du pourcentage de similitude (PD): Kessell et Whittaker (1976) et Gauch *et al.* (1977) ont démontré sa supériorité à l'aide d'études de simulation.

Le programme Ordiflex (Gauch, 1977), élaboré à l'Université Cornell, a été utilisé pour faire la double standardisation ainsi que la confection des matrices basées sur le complément du pourcentage de similitude (PD). De plus, les ordinations ont été faites à partir du programme Ordiflex. Les points termi-

naux des axes X et Y ont été choisis automatiquement selon la procédure présentée par Gauch (1977).

Trois types d'ordination furent préparés: un premier avec les valeurs d'importance de la strate arborescente, un deuxième avec les valeurs de fréquence des strates arbustives et herbacées, et finalement un troisième avec les valeurs d'importance de la strate arborescente et les valeurs de fréquence des strates arbustives et herbacées. Quoique ces trois types d'ordination font ressortir des aspects différents de l'arrangement des populations végétales le long de certains gradients écologiques, nous n'avons pas cru utile de tous les présenter dans la présente publication. Nous avons retenu le troisième type, puisqu'il tient compte à la fois de la biomasse la plus importante, à savoir la strate arborescente, et de la diversité des strates arbustive et herbacée. Toutes les valeurs d'importance des espèces (au nombre de 41) de la strate arborescente ont été utilisées dans l'ordination. Cependant, nous n'avons pris que les espèces arbustives et herbacées (au nombre de 118) ayant une constance supérieure à 11 sur 91, afin de se soumettre aux restrictions de compilation imposées par le Centre de calcul de l'Université de Montréal.

Une ordination directe le long du gradient d'humidité a ensuite été établie en suivant la méthodologie présentée par Maycock et Curtis (1960). De telles ordinations, utilisant les cinq classes de xérique, xérique-mésique, mésique, hydrique-mésique et hydrique, ont aussi été employées par Maycock (1963), Walther (1963), Davies (1968), Lambert et Maycock (1968), Warder (1970) et Op de Beeck (1972), dans le but de présenter la distribution de plusieurs centaines d'espèces le long de ce gradient de première importance. La constance et la valeur d'importance moyenne des espèces arborescentes, de même que la constance et la fréquence moyenne des espèces arbustives et herbacées ont été calculées pour les cinq classes du gradient d'humidité (4 stations xériques; 19 xérique-mésiques; 35 mésiques; 16 xérique-mésiques; et 17 hydriques). Des ordinations ont aussi été préparées pour le gradient altitudinal, en suivant une procédure semblable à l'ordination directe le long du gradient d'humidité.

Résultats et discussion

GÉOGRAPHIE FLORISTIQUE

Rousseau (1974) donne dans son ouvrage (Géographie floristique du Québec-Labrador) la distribution de 995 taxons. Ceux-ci ont été classifiés dans 11 groupes géographiques, tels que taxons circumpolaires, taxons amphi-atlantiques et taxons endémiques du nord-est de l'Amérique. Nous présentons au tableau I la répartition des taxons inclus dans les 91 stations échantillonnées, de même que celle donnée par Rousseau (1974) pour le Québec-Labrador. Les comparaisons suivantes doivent cependant être interprétées avec prudence vu que Rousseau (1974) n'a pas présenté tous les taxons de la flore du Québec-Labrador.

Les taxons dont la distribution coïncide totalement ou partiellement avec celle de la forêt décidue de l'Amérique orientale contribuent à plus de la moitié (54,1%) de la composition floristique. Des subdivisions plus fines ont été utilisées par Rousseau (1974) pour la forêt décidue de l'Amérique orientale. Plusieurs éléments appalachiens ou/et de la région Grands Lacs-Saint-Laurent se rencontrent dans ces deux régions, tels que *Acer pensylvanicum*, *Acer spicatum*, *Lycopodium lucidulum*, Oxalis montana et Viola cuc

TABLEAU I

Répartition des taxons selon les groupes géographiques

Groupes géographiques	Secteur étudié avec 91 stations		Québec-Labrador[1]
	Nombre de taxons	%	%
1) Taxons dont la distribution coïncide totalement ou partiellement avec celle de la forêt décidue de l'Amérique orientale	159	54,1	35,8
2) Taxons circumpolaires	43	14,6	21,0
3) Taxons nord-américains transcontinentaux	69	23,5	17,5
4) Taxons amphi-atlantiques	5	1,7	5,9
5) Taxons nord-américains avec aire séparée	3	1,0	5,3
6) Taxons de la plaine côtière atlantique	2	0,7	3,6
7) Taxons endémiques du Nord-Est de l'Amérique	8	2,7	3,4
8) Taxons de la Prairie, Plaine centrale, etc.	0	0,0	3,2
9) Taxons quasi-transcontinentaux aux latitudes canadiennes	5	1,7	2,3
10) Taxons de l'Amérique occidentale	0	0,0	1,3
11) Taxons endémiques de l'estuaire du St-Laurent	0	0,0	0,6
		non inclus	0,1
Nombre total de taxons[2]	294	100,0	100,0

[1] Données tirées de Rousseau, 1974.
[2] Sur un total de 404 taxons inclus dans les 91 stations.

lata. Cependant, certains éléments sont nettement appalachiens. Mentionnons *Aster acuminatus, Carex leptonervia, Dennstaedtia punctilobula, Hydrocotyle americana* et *Trillium undulatum. Viola rotundifolia*, un autre élément appalachiens ou/et de la région Grands Lacs dans le secteur étudié (Bouchard et Maycock, 1970; Rousseau, 1974). Plusieurs éléments dont l'aire coïncide sensiblement avec celle de la grande forêt décidue de l'Amérique orientale sont aussi dans ces forêts décidues et mixtes. *Acer saccharum, Actaea pachypoda, Carex intumescens, Dryopteris noveboracensis, Saxifraga virginiensis* et *Solidago flexicaulis* appartiennent à ce dernier groupe. D'un autre côté, certains éléments de ce dernier groupe, tels que *Claytonia virginica, Dentaria laciniata, Solidago caesia* et *Trillium grandiflorum*, n'ont pas été trouvés dans la région. Leur absence fait ressortir le caractère septentrional de ces forêts décidues.

Les taxons nord-américains transcontinentaux constituent près du quart (23,5%) de la composition floristique du secteur étudié. Un bon nombre de ceux-ci appartiennent à la forêt boréale nord-américaine et soulignent ainsi le caractère boréal de ces forêts décidues et mixtes. *Coptis groenlandica, Cornus canadensis, Gaultheria hispidula, Mitella nuda* et *Trientalis borealis* sont inclues dans ce groupe.

Le groupe des taxons circumpolaires est la seule autre classe importante (14,6%). Quoique de nombreux élé-

ments, tels que *Arctostaphylos alpina, Loiseleuria procumbens, Lycopodium alpinum, Phyllodoce caerulea* et *Saxifraga oppositifolia* ne se trouvent habituellement qu'à des latitudes plus élevées, plusieurs autres espèces circumpolaires, *Campanula rotundifolia, Dryopteris disjuncta, Listera cordata, Pyrola rotundifolia, Viola selkirkii,* etc., participent à la flore forestière analysée.

Il n'est pas surprenant que les forêts étudiées comprennent relativement plus de taxons de la forêt décidue de l'Amérique orientale que l'ensemble du Québec-Labrador (54,1% vs 35,8%) vu qu'elles sont situées dans les domaines de l'érablière laurentienne et de l'érablière à Bouleau jaune. Le rapport est semblable pour les taxons nord-américains transcontinentaux (23,5% vs 17,5%). Ces derniers doivent, en grande partie, leur présence à la proximité des sapinières qui occupent les sommets de la région. Le dernier groupe important, les taxons circumpolaires, montre un rapport inverse (14,6% vs 21%) puisque la péninsule du Québec-Labrador offre un énorme territoire à ces plantes mieux adaptées aux régions plus nordiques; quelques espèces, possédant de grandes amplitudes écologiques, rejoignent, cependant, le territoire étudié.

Ces 404 taxons sont les éléments de base des différentes communautés répondant aux variables écologiques, y compris la variable temps. Des analyses quantitatives vont nous permettre de mieux les caractériser et les comprendre.

ANALYSE PHYTOSOCIOLOGIQUE

Nous présentons d'abord un résumé des données quantitatives relatives à la strate arborescente (tableau II) afin de montrer la composition forestière du secteur étudié. Alors qu'il y a plus de 60 espèces d'arbres qui contribuent à la composition des forêts feuillues de l'extrémité sud de l'Ontario (Maycock, 1963) et qu'il y en a plus de 50 pour les Basses Terres du Saint-Laurent (Op de Beeck, 1972), il n'y a que 41 espèces pour cette région appalachienne au climat plus rigoureux.

L'Érable à sucre *(Acer saccharum)* est évidemment l'espèce la plus importante puisqu'elle domine 32 des 91 stations et qu'elle obtient ainsi la plus haute valeur d'importance moyenne (72,1). La constance, la valeur d'importance moyenne, la valeur d'importance maximum et le nombre de stations où l'espèce est le premier dominant permettent de comprendre le rôle de chacune de ces espèces dans le secteur étudié. Par exemple, *Betula lutea,* avec la plus haute constance (88%) n'a à peu près qu'un tiers de la valeur d'importance moyenne d'*Acer saccharum.* En plus, *Betula lutea* est le premier dominant dans seulement sept stations, alors qu'*Acer saccharum* occupe cette position dans 32 stations. *Betula lutea* possède donc une plus grande amplitude écologique qu'*Acer saccharum.*

Un groupe d'espèces, *Acer saccharum, Betula lutea, Acer rubrum, Abies balsamea* et *Betula papyrifera,* ont des constances élevées et dominent plusieurs forêts de cette mosaïque de végétation. Deux autres espèces, *Picea rubens* et *Fagus grandifolia,* sont apparentées au groupe précédent quoiqu'elles ne dominent aucune communauté. Ces sept espèces constituent en quelque sorte le noyau des forêts décidues et mixtes de ce secteur appalachien.

Quelques espèces, tels *Acer spicatum, Carpinus caroliniana, Crataegus* sp., *Larix laricina, Picea mariana, Prunus virginiana* et *Ulmus thomasi* ont de basses valeurs de constance, d'importance moyenne et d'importanc-

TABLEAU II Résumé des données quantitatives sur la strate arborescente

Espèces	*Nombre de stations où l'espèce est présente*	*Constance*	*Valeur d'importance moyenne*	*Valeur d'importance maximum*	*Nombre de stations où l'espèce est le premier dominant*
Abies balsamea	62	68,1	16,4	141,1	5
Acer negundo	2	2,2	1,5	80,6	1
Acer pensylvanicum	39	42,9	2,1	36,9	
Acer rubrum	69	75,8	25,3	175,0	6
Acer saccharinum	2	2,2	1,1	92,0	1
Acer saccharum	69	75,8	72,1	250,4	32
Acer spicatum	3	3,3	0,2	8,7	
Amelanchier spp.	18	19,8	0,2	7,1	
Betula lutea	80	87,9	29,8	157,0	7
Betula papyrifera	54	59,3	16,8	129,1	5
Betula populifolia	17	18,7	4,3	154,9	2
Carpinus caroliniana	1	1,1		1,0	
Crataegus spp.	1	1,1		1,0	
Fagus grandifolia	47	51,6	12,7	114,7	
Fraxinus americana	31	34,1	2,9	61,7	
Fraxinus nigra	27	29,7	4,2	113,1	1
Fraxinus pennsylvanica	2	2,2	0,2	16,2	
Juglans cinerea	4	4,4	0,3	20,0	
Larix laricina	3	3,3	0,1	4,7	
Ostrya virginiana	22	24,2	1,5	61,7	
Picea glauca	24	26,4	2,3	51,4	
Picea mariana	2	2,2	0,02	2,1	
Picea rubens	53	58,2	5,4	42,3	
Pinus resinosa	5	5,5	7,9	277,0	3
Pinus strobus	18	19,8	11,0	212,4	4
Populus balsamifera	8	8,8	6,0	172,0	2
Populus grandidentata	18	19,8	2,6	105,9	1
Populus tremuloides	35	38,5	16,1	274,4	4
Prunus pensylvanica	25	27,5	1,6	65,5	
Prunus serotina	35	38,5	3,3	82,0	
Prunus virginiana	2	2,2	0,04	3,4	
Pyrus decora ou sp.	11	12,1	0,6	18,5	
Pyrus malus	1	1,1	0,1	6,0	
Quercus rubra	5	5,5	2,2	149,5	1
Salix nigra	7	7,7	1,4	70,4	
Thuja occidentalis	33	36,3	19,7	300,0	7
Tilia americana	19	20,9	1,4	51,9	
Tsuga canadensis	29	31,9	16,6	265,1	7
Ulmus americana	30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

maximum. Ces espèces sont donc occasionnelles et contribuent peu à la strate arborescente. D'autres espèces ont de basses valeurs de constance et d'importance moyenne tandis que leurs valeurs d'importance maximum sont assez élevées. Ainsi *Acer negundo, A. saccharinum, Pinus resinosa, Populus balsamifera* et *Quercus rubra* dominent des habitats peu répandus dans la région. *Ostrya virginiana, Picea glauca, Prunus pensylvanica* et *Pyrus decora* sont intermédiaires entre ces deux groupes puisqu'ils ont une valeur moyenne d'importance basse et une valeur d'importance maximum intermédiaire. Enfin deux autres espèces, *Tsuga canadensis* et *Ulmus americana*, doivent être considérées différemment puisqu'elles sont assez communes (constance de 32 et 33% respectivement) et qu'elles peuvent dominer quelques forêts (valeur d'importance maximum de 265 et de 247).

Dix-huit espèces deviennent le premier dominant de l'une ou l'autre des 91 stations échantillonnées *(Abies balsamea, Acer negundo, A. rubrum, A. saccharinum, A. saccharum, Betula lutea, B. papyrifera, B. populifolia, Fraxinus nigra, Pinus resinosa, P. strobus, Populus balsamifera, P. grandidentata, P. tremuloides, Quercus rubra, Thuja occidentalis, Tsuga canadensis* et *Ulmus americana)*. Ces 18 espèces qui atteignent le niveau de premier dominant justifieraient une première division de la végétation en 18 types de communautés. En considérant les deux premiers dominants (ex.: *Acer saccharum — Betula lutea)*, les trois premiers dominants (ex.: *Acer saccharum — Betula lutea — Abies balsamea)*, les quatre premiers dominants (ex.: *Betula lutea — Acer saccharum — Picea rubens — Abies balsamea)* et enfin les cinq premiers dominants (ex.: *Acer saccharum — Betula lutea — Fagus grandifolia — Abies balsamea — Picea rubens)*, nous arrivons respectivement à 47, 73, 86 et 89 types de communautés. Vu qu'il y a 89 types de communautés, en ne considérant que la strate arborescente, il semble plus approprié de représenter les interrelations complexes entre ces communautés et leur environnement par des ordinations plutôt que par des classifications.

Les figures 2 et 3 présentent les 91 stations échantillonnées. Quoiqu'il soit toujours difficile d'exprimer clairement les causes des interrelations floristiques, nous pouvons toutefois cerner les principales. Ces stations forment trois grands groupes plus ou moins distincts: a) les stations humides; b) les stations mésiques et dominées par *Acer saccharum;* c) et enfin les stations xériques. La figure 3, avec les deux premiers dominants pour chaque station, fait ressortir le regroupement central des stations de successions. Nous retrouvons surtout vers le centre du graphique les stations avec un recouvrement important d'espèces comme *Betula papyrifera, Betula populifolia, Populus grandidentata* et *Populus tremuloides*. De plus, nous avons indiqué les sept stations situées à une altitude supérieure à 685 m. Les trois variables écologiques, le régime hydrique, le stade de succession ainsi que l'altitude, semblent donc être les principaux facteurs responsables de l'organisation floristique de ces forêts décidues et mixtes.

Le gradient d'humidité

Ce gradient est évidemment très complexe puisqu'il incorpore plusieurs des propriétés du sol de même que des facteurs microclimatiques. De plus, les stations sont à différents stades au sein des séries de succession. Il est donc difficile de présenter l'information floristique sur les 404 taxons de ce secteur tout en tenant compte de cette

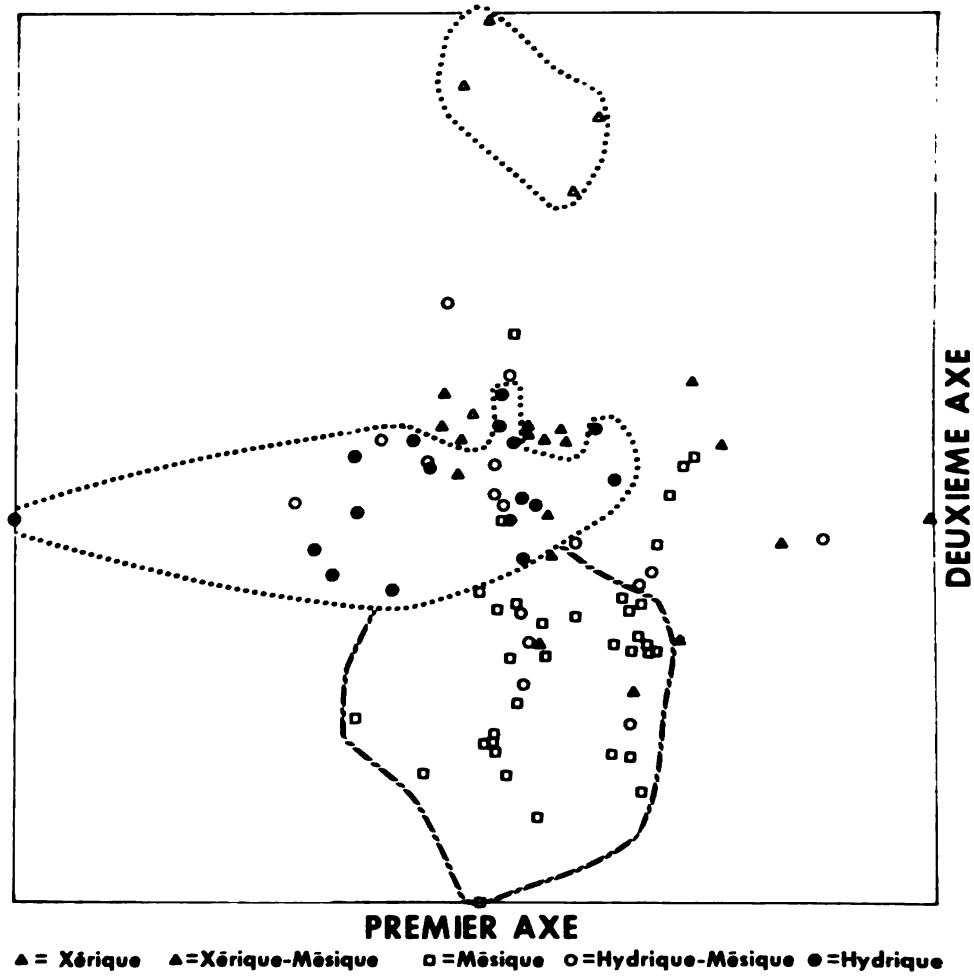


Figure 2. Ordination polaire des 91 stations avec leur régime hydrique respectif (Δ = Xérique; ▲ = Xérique-Mésique; □ = Mésique; ○ = Hydrique-Mésique; ● = Hydrique).

complexité. Pour cette raison, les figures 2 et 3 présentent l'agencement complexe de ces communautés, alors que les tableaux III et IV montrent de façon synthétique le comportement de chacune des espèces le long de ce gradient. L'arrangement vertical des tableaux III et IV fait ressortir la constance optimale de chacune des espèces dans chacun des segments du régime hydrique, en passant graduellement du segment xérique au segment hydrique.

La constance des tableaux III et IV donne l'amplitude écologique de *chacune des espèces*. La valeur d'importance moyenne (tableau III) et la fréquence moyenne (tableau IV) indiquent l'optimum écologique. Par exemple *Abies balsamea* a une grande amplitude écologique et atteint graduellement son optimum dans le segment hydrique (tableau III). Quelques espèces arborescentes sont peu importantes dans ces forêts appalachiennes (tableau III); entre autres, *Quercus rubra*, assez rare, atteint son optimun écologique dans le segment xérique-mésique. À l'autre extrémité de ce gradient se retrouvent aussi des espèces peu communes, restreintes aux basses

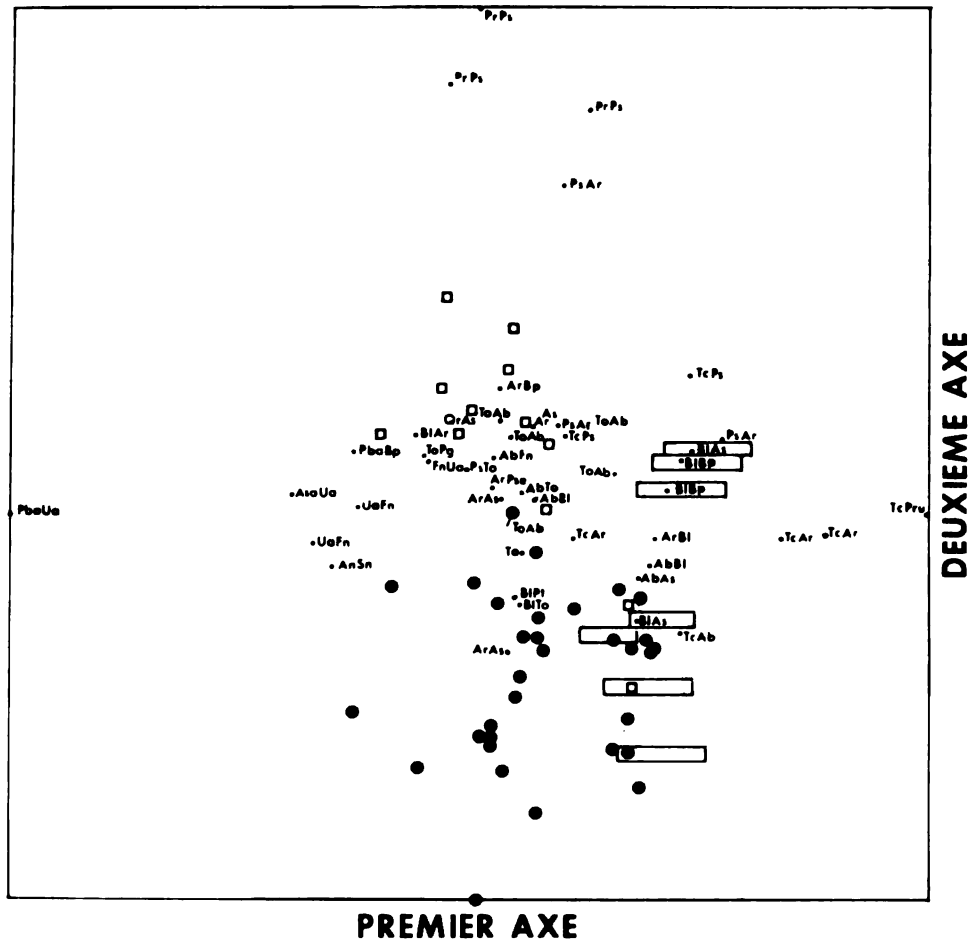


Figure 3. Ordination polaire des 91 stations et de leurs deux premiers dominants respectifs (Ab = *Abies balsamea*; An = *Acer negundo*; Ar = *Acer rubrum*; As = *Acer saccharum*; Asa = *Acer saccharinum*; Bl = *Betula lutea*; Bp = *Betula papyrifera*; Bpo = *Betula populifolia*; Fg = *Fagus grandifolia*; Fn = *Fraxinus nigra*; Ov = *Ostrya virginiana*; Pba = *Populus balsamifera*; Pg = *Picea glauca*; Pgr = *Populus grandidentata*; Pp = *Prunus pensylvanica*; Pr = *Pinus resinosa*; Pru = *Picea rubens*; Ps = *Pinus strobus*; Pse = *Prunus serotina*; Pt = *Populus tremuloides*; Qr = *Quercus rubra*; Ua = *Ulmus americana*; Sn = *Salix nigra*; Ta = *Tilia americana*; Tc = *Tsuga canadensis*; To = *Thuja occidentalis*; □ = stations dont le premier dominant est un arbre de succession; ● = stations dominées par *Acer saccharum*; ▭ = stations ayant une altitude supérieure à 685 m.

terres, soit *Acer negungo, Ulmus rubra, Salix nigra, Acer saccharinum* et *Fraxinus pennsylvanica.*

Le segment xérique est dominé par *Pinus resinosa* (tableau III). D'ailleurs, ces stations des affleurements de serpentine de la région de Black Lake forment un groupe restreint et bien délimité tant au point de vue géographique que floristique (figure 2).

Acer saccharum, Betula lutea et *Fagus grandifolia* rejoignent leur optimum dans le segment mésique (tableau III). La valeur d'importance moyenne de 138,7 pour *Acer saccharum* indique la capacité qu'a cette espèce de domi-

TABLEAU III

Constance et valeur d'importance moyenne pour les cinq classes du gradient d'humidité (Xérique, Xérique-Mésique, Mésique, Hydrique-Mésique, Hydrique) pour toutes les espèces arborescentes

Espèces	*Constance*					*Valeur d'importance moyenne*				
	X	XM	M	HM	H	X	XM	M	HM	H
Picea mariana	50,0	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—
Pinus resinosa	100,0	5,3	—	—	—	179,7	—	—	—	—
Pyrus malus	—	5,3	—	—	—	—	0,3	—	—	—
Crataegus spp.	—	5,3	—	—	—	—	—	—	—	—
Quercus rubra	25,0	15,8	—	6,2	—	—	10,4	—	—	—
Acer saccharum	25,0	94,7	94,3	68,7	35,3	—	43,4	138,7	48,6	5,9
Populus grandidentata	50,0	47,4	11,4	18,7	—	1,0	8,4	2,2	—	—
Betula papyrifera	75,0	63,2	57,1	50,0	64,7	12,2	31,4	16,2	12,9	6,6
Pinus strobus	100,0	63,2	—	6,2	5,9	54,0	40,9	—	—	0,5
Picea rubens	100,0	68,4	68,6	37,5	35,3	14,9	11,4	4,3	3,3	0,6
Acer rubrum	100,0	94,7	65,7	81,2	64,7	23,0	31,6	19,2	38,6	18,7
Abies balsamea	100,0	57,9	62,8	75,0	76,5	6,7	9,1	3,9	23,0	46,2
Picea glauca	75,0	10,5	8,6	37,5	58,8	7,8	0,2	—	3,6	6,6
Thuja occidentalis	25,0	47,4	11,4	43,7	70,6	—	4,0	0,3	29,4	72,7
Ulmus thomasi	—	—	2,9	—	—	—	—	—	—	—
Ostrya virginiana	—	31,5	31,4	18,7	11,8	—	0,4	3,6	—	0,1
Amelanchier spp.	—	36,8	11,4	25,0	19,1	—	0,6	0,1	0,2	0,1
Fagus grandifolia	—	57,9	82,8	37,5	5,9	—	4,1	28,8	4,0	0,2
Betula lutea	—	89,5	100,0	81,2	88,2	—	11,9	50,5	22,9	20,7
Tsuga canadensis	—	53,5	8,6	43,7	47,0	—	50,8	1,6	26,3	4,3
Fraxinus americana	—	52,6	37,1	37,5	11,8	—	2,2	2,8	3,4	4,3
Acer pensylvanicum	—	42,1	68,6	31,2	11,8	—	0,4	4,6	1,3	—
Prunus serotina	—	42,1	40,0	37,5	41,2	—	5,0	2,4	6,6	1,0
Populus tremuloides	—	36,8	37,1	37,5	52,9	—	16,5	11,1	40,3	7,2
Ulmus americana	—	36,8	14,3	37,5	70,6	—	1,3	2,0	5,0	38,2
Prunus pensylvanica	—	26,3	31,4	31,2	23,5	—	0,7	2,6	2,0	0,6
Betula populifolia	—	21,0	11,4	31,2	23,5	—	14,0	0,1	0,4	6,6
Tilia americana	—	15,8	22,9	25,0	23,5	—	0,4	2,9	0,3	0,6
Pyrus decora ou sp.	—	5,3	20,0	12,5	5,8	—	—	1,3	0,5	—
Juglans cinerea	—	5,3	2,9	—	11,8	—	—	0,1	—	1,3
Populus balsamifera	—	5,3	—	18,7	23,5	—	0,6	—	9,7	22,1
Fraxinus nigra	—	5,3	11,4	56,2	76,5	—	—	0,2	9,2	17,4
Acer spicatum	—	—	5,7	—	5,9	—	—	0,4	—	0,1
Prunus virginiana	—	—	—	12,5	—	—	—	—	0,2	—
Acer saccharinum	—	—	—	6,2	5,9	—	—	—	5,7	0,3
Fraxinus pennsylvanica	—	—	—	6,2	5,9	—	—	—	1,0	—
Larix laricina	—	—	—	6,2	11,8	—	—	—	0,3	0,3
Salix nigra	—	—	—	6,2	35,3	—	—	—	0,7	6,9
Carpinus caroliniana	—	—	—	—	5,9	—	—	—	—	—
Ulmus rubra	—	—	—	—	5,9	—	—	—	—	1,3
Acer negundo	—	—	—	—	11,8	—	—	—	—	8,0
Nombre de stations par segment	4	19	35	16	17					

ner les sites mésiques. D'autres espèces comme *Acer rubrum* et *Tsuga canadensis* pourraient coloniser ces sites avec succès mais sont restreintes à la fois aux sites xérique-mésiques et hydrique-mésiques à cause de l'avantage compétitif d'*Acer saccharum* dans les sites mésiques.

Les forêts coniférienne à tendance boréale (au centre de la figure 2) et les forêts mixtes (à gauche de la figure 2) se partagent ce segment du gradient d'humidité. Alors que les premières occupent les dépressions couvertes d'un sol organique, les forêts mixtes colonisent plutôt les plaines de débordement. L'importance de *Thuja occidentalis* et d'*Abies balsamea* (tableau III) montre à quel point ces sites hydriques et frais sont généralement peu favorables au développement de forêts décidues semblables à celles de la vallée du Saint-Laurent. *Ulmus americana* et *Fraxinus nigra* sont d'ailleurs les deux seules espèces ayant une certaine importance dans ce segment.

La flore des strates herbacées et arbustives est aussi analysée le long du gradient d'humidité (tableau IV). Les plantes restreintes à des habitats très particuliers et ayant donc des amplitudes écologiques étroites se retrouvent à chaque extrémité de l'ordination. À partir de ces deux extrémités, il y a une augmentation graduelle d'espèces possédant une plus grande amplitude écologique, pour enfin rejoindre au centre ce groupe d'espèces, telles qu'*Athyrium filix-femina*, *Lycopodium lucidulum* et *Viola incognita*, qui peuvent occuper tous les segments.

Près d'une trentaine d'espèces caractérisent le segment xérique: *Campanula rotundifolia*, *Juniperus communis* var. *depressa*, *Melampyrum lineare*, *Saxifraga virginiensis*, *Woodsia ilvensis*, etc. Un nombre restreint d'espèces (*Cornus alternifolia*, *Dennstaedtia punctilobula*, *Lycopodium annotinum*, *Medeola virginiana*, etc.), avec une amplitude écologique plus large que les précédentes, atteignent leur optimum écologique dans le segment xérique-mésique. Environ un dixième de toutes les espèces échantillonnées atteignent leur optimum écologique dans le segment mésique. Certaines de celles-ci comme *Caulophyllum thalictroides*, *Dryopteris spinulosa* var. *intermedia*, *Habenaria psycodes*, *Polygonatum pubescens* et *Smilacina racemosa* sont des éléments plutôt caractéristiques des bois francs. Nous y retrouvons aussi en plus grande concentration les plantes printanières comme *Allium tricoccum*, *Claytonia caroliniana*, *Dicentra canadensis*, *D. cucullaria* et *Erythronium americanum*, puisque les forêts décidues colonisent surtout les sites mésiques dans cette région appalachienne du Sud québécois. Les segments hydrique et hydrique-mésique comprennent la plus grande partie de cette flore de sous-bois, avec près d'un tiers de toutes les espèces échantillonnées. Alors qu'un certain nombre de ces espèces (*Epilobium glandulosum*, *Equisetum sylvaticum*, *Petasites palmatus*, *Senicio aureus*, etc.) atteignent leur optimum dans le segment hydrique-mésique, d'autres le font dans le segment hydrique (*Asarum canadense*, *Aster puniceus*, *Impatiens capensis*, *Pteretis pensylvanica*, etc.). Quelques espèces ont une distribution bimodale puisqu'elles sont plus communes dans les segments se trouvant de chaque côté du segment mésique. Mentionnons, par exemple, *Cypripedium acaule*, *Hieracium aurantiacum*, *Lycopodium complanatum* et *Solidago rugosa*. Ces espèces, qui atteignent des valeurs plus basses dans le segment du milieu, ne peuvent apparemment pas tolérer les conditions d'ombre des bois francs

TABLEAU IV

Constance et fréquence moyenne de toutes les plantes herbacées et de tous les arbustes pour les cinq classes du gradient d'humidité (Xérique, Xérique-Mésique, Mésique, Hydrique-Mésique, Hydrique)

Espèces	Constance					Fréquence moyenne				
	X	XM	M	HM	H	X	XM	M	HM	H
Melampyrum lineare	100	—	—	—	—	68	—	—	—	—
Juniperus communis	100	—	—	—	—	16	—	—	—	—
Epigaea repens	100	—	—	—	—	12	—	—	—	—
Alnus crispa	100	—	—	—	—	2	—	—	—	—
Campanula rotundifolia	75	—	—	—	—	8	—	—	—	—
Gaylussacia baccata	75	—	—	—	—	5	—	—	—	—
Senecio pauperculus	75	—	—	—	—	5	—	—	—	—
Solidago puberula	75	—	—	—	—	5	—	—	—	—
Spiranthes lacera	75	—	—	—	—	2	—	—	—	—
Saxifraga virginiensis	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rhododendron canadense	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Panicum xanthophysum	25	—	—	—	—	2	—	—	—	—
Pyrola rotundifolia	25	—	—	—	—	2	—	—	—	—
Rosa acicularis	25	—	—	—	—	2	—	—	—	—
Aster johannensis	25	—	—	—	—	3	—	—	—	—
Panicum linearifolium	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Selaginella rupestris	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Woodsia ilvensis	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gnaphalium macounii	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stellaria longipes	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ledum groenlandicum	75	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Malaxis unifolia	50	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Antennaria neodioica	25	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Vaccinium angustifolium	100	5	3	—	—	87	—	—	—	—
Carallorhiza maculata	100	16	6	—	—	2	—	—	—	—
Deschampsia flexuosa	75	5	3	—	—	5	—	—	—	—
Carex communis	25	26	23	—	—	—	—	—	—	—
Oryzopsis asperifolia	100	5	—	6	—	82	—	—	—	—
Diervilla lonicera	100	37	9	50	—	17	3	1	5	—
Chimaphila umbellata	75	32	—	6	—	5	—	—	—	—
Circium muticum	75	—	—	6	—	2	—	—	—	—
Epilobium angustifolium	50	—	3	6	—	—	—	—	—	—
Solidago macrophylla	50	5	23	12	—	15	—	2	—	—
Danthonia spicata	25	5	—	6	—	7	—	—	—	—
Lycopodium clavatum	25	26	9	25	—	—	2	1	1	—
Achillea millefolium	100	37	3	12	6	7	4	—	—	—
Calamagrostis canadensis	100	—	—	6	6	51	—	—	1	—
Gaultheria procumbens	100	5	—	—	6	78	—	—	—	2
Kalmia angustifolia	100	5	3	6	6	67	—	—	2	—
Pteridium aquilinum	100	58	9	31	6	62	8	2	1	—
Vaccinium myrtilloides	100	26	—	12	18	22	1	—	6	1
Linnaea borealis	100	5	—	25	18	10	—	—	3	5
Aster cordifolius	100	21	6	12	24	21	—	—	1	—
Monotropa uniflora	100	68	31	37	24	2	3	—	3	1
Dalibarda repens	100	5	3	31	29	25	—	—	3	6
Viburnum cassinoides	100	16	11	37	35	22	—	1	7	1
Cornus canadensis	100	32	11	56	53	12	1	3	9	7
Viola renifolia	100	53	51	62	53	17	8	7	17	16
Maianthemum canadense	100	100	100	81	82	62	54	25	41	18
Idiantum pedatum	75	—	14	12	6	—	—	1	1	—

TABLEAU IV (suite)

Espèces	Constance					Fréquence moyenne				
	X	XM	M	HM	H	X	XM	M	HM	H
ıthus mucronata	75	11	6	19	12	—	—	—	2	—
borealis	75	84	83	81	71	5	13	12	20	11
rginiana	75	89	66	81	76	—	15	3	7	15
cunda	50	16	3	6	6	2	1	—	—	—
ı margaritacea	50	—	—	6	6	—	—	—	—	—
rtrum erectum	50	21	14	37	12	2	—	—	—	3
a hispidula	50	—	—	—	12	—	—	—	—	—
s marginalis	50	37	14	19	18	—	1	—	—	—
ornuta	50	74	66	69	53	—	5	2	8	7
ı repens	25	—	—	—	6	2	—	—	—	—
ı scabrum	25	11	3	12	6	—	—	—	—	—
ım virginianum	25	21	14	—	6	2	—	—	—	—
es trifoliolata	25	5	—	—	6	3	—	—	—	—
lanocarpa	25	—	—	6	6	3	—	—	—	—
ıtifolia	25	26	—	12	6	2	4	—	2	—
:iliatus	25	5	3	12	12	—	—	—	—	—
lum acaule	25	32	9	19	12	2	—	—	1	—
nadense	25	—	—	—	12	—	—	—	—	—
repens	25	63	40	44	12	2	10	1	3	—
spersa	25	5	—	—	12	2	—	—	—	—
crophyllus	25	16	11	19	18	2	2	1	3	—
marilandica	25	5	3	6	18	2	—	—	—	1
ındulatum	25	74	63	62	29	3	3	3	4	—
.	25	—	6	12	18	—	—	—	—	—
m officinale	25	16	6	19	41	—	—	—	1	3
ım virginianum	25	26	54	44	47	—	1	3	2	2
es altissima	25	58	74	87	53	—	—	4	11	3
ıminatus	25	74	86	81	59	—	6	8	10	1
um lucidulum	25	53	80	69	59	—	2	18	12	3
ens	25	—	3	25	59	—	—	—	—	8
bellatus	25	26	3	44	65	—	—	—	6	3
ıiflorum	25	58	57	69	82	—	4	1	9	11
virginiana	50	16	3	37	53	8	—	—	5	4
borealis	50	84	74	81	76	2	17	9	15	18
aeus	75	37	26	75	47	2	4	1	7	5
's spinulosa										
ıtermedia	75	89	100	87	71	—	21	41	33	13
dicaulis	75	79	74	94	71	25	15	11	17	7
ɔgnita	75	79	100	81	82	—	12	22	28	24
ıbescens	100	47	31	69	76	13	3	5	18	34
filix-femina	100	89	89	100	100	3	6	10	19	26
lum obscurum	—	74	40	50	12	—	7	1	5	—
ıdtia punctilobula	—	74	71	56	12	—	12	5	10	1
lum complanatum	—	37	6	19	6	—	16	2	1	—
m androsaemifolium	—	32	—	6	6	—	—	—	—	—
um acrosticholdes	—	32	40	6	12	—	—	2	—	—
lum annotinum	—	32	26	19	12	—	6	1	1	—
achypoda	—	26	54	12	6	—	—	—	—	—
vae-angliae	—	21	14	19	—	—	1	—	—	—
nsylvanica	—	21	11	6	6	—	1	1	—	—
ensis	—	16	—	—	—	—	2	—	—	—
a viridis var. *bracteata*	—	16	11	12	—	—	—	—	1	—
ınadensis	—	16	3	6	—	—	1	—	3	—

TABLEAU IV (suite)

Espèces	Constance					Fréquence moyenne				
	X	XM	M	HM	H	X	XM	M	HM	H
Moneses uniflora	—	11	3	—	—	—	—	—	—	—
Satureja vulgaris	—	5	—	—	—	—	2	—	—	—
Rubus odoratus	—	5	—	—	—	—	1	—	—	—
Cornus rugosa	—	5	—	—	—	—	1	—	—	—
Botrychium simplex	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Carex pallescens	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Carex swanii	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Gentiana andrewsii	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Goodyera pubescens	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Habenaria hookeri	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Hieracium vulgatum	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Leonurus cardiaca	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Lonicera tatarica	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Berberis vulgaris	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Solidago graminifolia	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Luzula campestris	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Poa compressa	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Epifagus virginiana	—	5	17	—	—	—	—	—	—	—
Festuca rubra	—	5	11	—	—	—	4	—	—	—
Habenaria orbiculata	—	5	6	—	—	—	—	—	—	—
Hypericum perforatum	—	5	3	—	—	—	—	—	—	—
Pyrola virens	—	5	3	—	—	—	—	—	—	—
Monotropa hypopithys	—	5	3	6	—	—	—	—	—	—
Goodyera tesselata	—	5	6	6	—	—	—	—	—	—
Polygonum cilinode	—	5	9	6	—	—	1	—	—	—
Amelanchier spp.	—	5	3	12	—	—	—	—	—	—
**Allium tricoccum*	—	7	22	11	—	—	1	2	—	—
**Panax trifolius*	—	7	22	33	—	—	2	1	2	—
Botrychium dissectum	—	5	6	—	6	—	—	—	—	—
Fragaria vesca	—	5	—	—	6	—	—	—	—	—
Milium effusum	—	5	11	—	6	—	—	—	—	—
Viola blanda	—	5	3	—	6	—	—	—	—	—
Vitis riparia	—	5	3	—	6	—	2	—	1	6
Spiraea alba	—	5	—	—	6	—	—	—	—	—
Equisetum hiemale	—	5	—	—	6	—	2	—	—	—
Dirca palustris	—	5	—	6	12	—	—	—	—	—
Dryopteris spinulosa var. *americana*	—	5	40	6	12	—	1	6	1	1
Echinocystis lobata	—	5	—	—	12	—	—	—	—	—
Eupatorium rugosum	—	5	11	19	12	—	—	—	1	3
Rumex obtusifolius	—	5	—	—	12	—	1	—	—	—
Viburnum lentago	—	5	—	—	12	—	—	—	—	1
Viola canadensis	—	5	9	—	12	—	—	1	—	—
Dryopteris thelypteris	—	5	—	—	18	—	—	—	—	—
Habenaria psycodes	—	5	20	19	18	—	—	—	—	—
Poa alsodes	—	5	9	19	18	—	—	—	—	2
Sambucus canadensis	—	5	6	12	18	—	—	—	—	1
Senecio robbinsii	—	5	3	19	18	—	—	—	5	—
Zizia aurea	—	5	—	—	18	—	—	—	—	2
Carex bromoides	—	5	—	19	24	—	—	—	—	3
Equisetum arvense	—	5	—	37	24	—	—	—	5	5
Osmunda regalis	—	5	—	6	24	—	—	—	—	—
Ribes lacustre	—	5	9	19	24	—	—	1	—	3

TABLEAU IV (suite)

Espèces	Constance					Fréquence moyenne				
	X	XM	M	HM	H	X	XM	M	HM	H
ɪ disperma	—	5	17	12	29	—	—	—	—	1
ea quadrisulcata	—	5	—	6	29	—	1	—	—	3
atis virginiana	—	5	—	25	35	—	—	—	3	6
ɪ triste	—	5	6	37	35	—	—	—	1	4
ɔus uniflorus	—	5	—	19	47	—	—	—	1	6
us stolonifera	—	5	3	12	53	—	—	—	1	4
ɪm palustre	—	5	—	37	59	—	—	—	2	7
ɪntra cucullaria	—	7	61	—	11	—	2	6	—	—
ɪntra canadensis	—	7	39	—	22	—	—	6	—	3
la acuminata	—	11	—	6	6	—	—	—	—	—
ɪca canadensis	—	11	—	12	6	—	—	—	—	1
ɪnculus acris	—	11	—	19	6	—	1	—	1	—
ɪx herbacea	—	11	—	6	6	—	—	—	1	—
rotundifolia	—	11	17	6	6	—	2	1	—	2
ɔalustris	—	11	—	25	6	—	—	—	4	—
ɔphyllum thalictroides	—	11	26	12	24	—	1	2	—	1
s stricta	—	11	—	12	24	—	1	—	—	3
ɪ cynosbati	—	11	14	25	24	—	—	—	4	1
ɪ projecta	—	11	11	25	35	—	—	—	—	2
ɪnum trilobum	—	11	3	12	35	—	1	—	—	1
ɪ gracillima	—	11	9	25	41	—	—	—	2	4
ɪea alpina	—	11	31	19	53	—	—	1	1	10
ɜria striata	—	11	23	56	94	—	—	1	4	19
ɪenocissus quinquefolia	—	16	—	—	12	—	—	—	—	4
llorhiza trifida	—	16	3	19	6	—	—	—	—	—
ɪica officinalis	—	16	9	12	12	—	—	—	—	1
ɪca biennis	—	16	9	31	18	—	1	—	—	—
ɪium thelypterioides	—	16	26	12	24	—	1	2	2	3
ɔrhiza claytoni	—	16	51	31	24	—	1	4	5	1
ɪ brunnescens	—	16	34	37	24	—	—	—	—	—
lago canadensis	—	16	6	19	41	—	1	—	2	4
pteris cristata	—	16	3	44	59	—	—	—	3	4
pteris spinulosa										
ɪr. spinulosa	—	16	6	25	59	—	—	—	2	11
ctrum polygamum	—	16	14	37	65	—	1	—	7	15
ɪtonia caroliniana	—	21	67	33	11	—	7	25	13	—
ɜ racemosa	—	21	9	19	35	—	—	—	—	—
septentrionalis	—	21	11	25	35	—	2	—	1	6
ɪ leptonervia	—	21	66	37	53	—	—	1	2	3
ɪ debilis	—	26	31	31	12	—	3	1	1	2
ɜctis helleborine	—	26	23	31	29	—	2	—	1	1
ɪ deweyana	—	26	51	31	35	—	1	—	1	—
ɜria sessilifolia	—	26	20	19	35	—	3	2	4	2
ɜ latifolia	—	26	63	50	71	—	—	2	—	5
ɪcium aurantiacum	—	32	9	31	35	—	5	—	3	2
lago flexicaulis	—	32	29	19	35	—	1	2	2	6
ɪ pedunculata	—	32	11	12	47	—	5	—	—	11
ɪs montana	—	32	66	69	76	—	8	18	28	27
ɜlea sensibilis	—	32	14	58	82	—	5	—	6	18
lago rugosa	—	37	26	44	29	—	1	—	7	4
pubescens var. *leiocarpa*	—	37	49	19	35	—	1	1	—	5
selkirkii	—	37	66	50	47	—	6	7	10	10
unda cinnamomea	—	37	9	50	71	—	—	—	1	8

TABLEAU IV (suite)

Espèces	Constance					Fréquence moyenne				
	X	XM	M	HM	H	X	XM	M	HM	H
Arisaema atrorubens	—	42	66	69	65	—	3	10	8	19
**Erythronium americanum*	—	43	100	56	11	—	25	88	43	4
Viburnum alnifolium	—	47	83	50	18	—	2	15	6	2
Taxus canadensis	—	47	43	44	59	—	2	3	1	2
Carex intumescens	—	47	71	81	65	—	2	1	3	4
Actaea rubra	—	47	54	50	71	—	1	1	1	2
Dryopteris noveboracensis	—	53	57	50	29	—	6	2	4	2
Dryopteris disjuncta	—	53	40	62	71	—	1	4	9	18
Dryopteris phegopteris	—	53	66	75	71	—	1	4	9	10
Tiarella cordifolia	—	53	74	75	88	—	3	10	28	33
Sambucus puberis	—	56	86	75	35	—	1	5	1	1
Coptis groenlandica	—	63	11	62	59	—	3	2	8	21
Streptopus roseus	—	63	86	75	59	—	5	11	9	2
Medeola virginiana	—	88	43	44	35	—	3	1	5	—
Pyrola elliptica	—	68	34	50	35	—	12	1	3	2
Polygonatum pubescens	—	68	86	56	35	—	7	5	2	2
Osmunda claytoniana	—	68	43	81	47	—	4	1	2	4
Lonicera canadensis	—	88	83	75	65	—	4	1	4	3
Smilacina racemosa	—	74	88	50	29	—	4	8	3	3
Carex arctata	—	74	74	87	41	—	5	3	7	2
Trillium erectum	—	79	97	81	76	—	8	21	8	5
Cornus alternifolia	—	84	74	56	53	—	4	2	1	1
Acer spicatum	—	84	83	87	94	—	15	25	29	17
Carex deflexa	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—
Hepatica acutiloba	—	—	6	—	—	—	—	1	—	—
Botrychium lanceolatum	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Schizachne purpurascens	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Berberis thunbergii	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Poa saltuensis	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Dactylis glomerata	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Daphne mezereum	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Polystichum braunii	—	—	9	6	—	—	—	—	—	—
Botrychium multifidum	—	—	3	6	—	—	—	—	—	—
Hydrophyllum virginianum	—	—	3	6	—	—	—	—	—	—
Agrostis scabra	—	—	3	6	—	—	—	—	—	—
Listera convallarioides	—	—	3	12	—	—	—	—	—	—
Galeopsis tetrahit	—	—	26	12	29	—	—	—	—	—
Impatiens capensis	—	—	23	56	65	—	—	1	7	19
Ribes glandulosum	—	—	17	19	24	—	—	—	—	2
Dentaria diphylla	—	—	17	25	35	—	—	2	2	4
Veratrum viride	—	—	14	19	29	—	—	—	1	1
Carex plantaginea	—	—	9	6	6	—	—	—	—	—
Cystopteris fragilis	—	—	6	—	6	—	—	—	—	—
Impatiens pallida	—	—	6	—	6	—	—	—	—	4
Ranunculus abortivus	—	—	6	12	24	—	—	—	—	1
Asarum canadense	—	—	6	12	41	—	—	—	3	2
Aster puniceus	—	—	6	44	65	—	—	—	5	9
Carex rosea	—	—	3	12	6	—	—	—	1	—
Epilobium glandulosum	—	—	3	12	6	—	—	—	—	—
Lapsana communis	—	—	3	—	6	—	—	—	—	—
Geum macrophyllum	—	—	3	12	12	—	—	—	1	—
Cryptotaenia canadensis	—	—	3	—	12	—	—	—	—	—
Cypripedium calceolus	—	—	3	—	18	—	—	—	—	—

TABLEAU IV (suite)

Espèces	Constance					Fréquence moyenne				
	X	XM	M	HM	H	X	XM	M	HM	H
Festuca obtusa	—	—	3	6	18	—	—	—	—	1
Ranunculus septentrionalis	—	—	3	—	18	—	—	—	—	3
Streptopus amplexifolius	—	—	3	19	18	—	—	—	—	—
Viola cucullata	—	—	3	12	24	—	—	—	—	1
Equisetum sylvaticum	—	—	3	44	35	—	—	—	3	5
Aster lateriflorus	—	—	3	19	41	—	—	—	2	2
Chrysosplenium americanum	—	—	3	25	41	—	—	—	—	6
Pteretis pensylvanica	—	—	3	12	47	—	—	—	—	16
Hydrocotyle americana	—	—	3	12	53	—	—	—	1	9
Mitella nuda	—	—	3	31	71	—	—	—	11	32
Agrimonia gryposepala	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Botrychium matricariaefolium	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Dryopteris goldiana	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Geum aleppicum var. *strictum*	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Glechoma hederacea	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Habenaria dilatata	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Habenaria macrophylla	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Lobelia inflata	—	—	—	6	—	—	—	—	1	—
Carex castanea	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Stachys palustris	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Trifolium pratense	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Viburnum edule	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Urtica dioica	—	—	—	6	—	—	—	—	1	—
Aster ciliolatus	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Lonicera oblongifolia	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Galium circaezans	—	—	—	6	—	—	—	—	1	—
Anemone quinquefolia	—	—	—	6	6	—	—	—	—	—
Erigeron philadelphicus	—	—	—	6	6	—	—	—	—	—
Iris versicolor	—	—	—	6	6	—	—	—	—	—
Myosotis laxa	—	—	—	6	6	—	—	—	—	—
Agrimonia striata	—	—	—	6	6	—	—	—	—	—
Arctium minus	—	—	—	6	12	—	—	—	—	—
Cystopteris bulbifera	—	—	—	6	12	—	—	—	—	—
Equisetum pratense	—	—	—	6	12	—	—	—	—	—
Geum canadense	—	—	—	6	12	—	—	—	—	—
Symplocarpus foetidus	—	—	—	6	12	—	—	—	—	5
Cardamine pensylvanica	—	—	—	6	18	—	—	—	—	—
Habenaria hyperborea	—	—	—	6	18	—	—	—	—	—
Bidens frondosa	—	—	—	6	18	—	—	—	1	—
Uvularia grandiflora	—	—	—	6	18	—	—	—	—	2
Mentha arvensis	—	—	—	6	24	—	—	—	—	1
Ilex verticillata	—	—	—	6	24	—	—	—	—	1
Ranunculus recurvatus	—	—	—	6	24	—	—	—	—	—
Rhus radicans	—	—	—	6	24	—	—	—	—	3
Carex stipata	—	—	—	6	35	—	—	—	—	1
Galium asprellum	—	—	—	6	35	—	—	—	1	10
Carex normalis	—	—	—	12	6	—	—	—	—	—
Agrostis palustris	—	—	—	12	6	—	—	—	—	—
Lysimachia ciliata	—	—	—	12	12	—	—	—	1	2
Pilea pumila	—	—	—	12	12	—	—	—	—	—
Eupatorium maculatum	—	—	—	12	29	—	—	—	2	1
Scutellaria lateriflora	—	—	—	12	41	—	—	—	—	1
Petasites palmatus	—	—	—	19	6	—	—	—	1	—

TABLEAU IV (suite)

Espèces	Constance					Fréquence moyenne				
	X	XM	M	HM	H	X	XM	M	HM	H
Alnus rugosa	—	—	—	19	41	—	—	—	2	3
Chelone glabra	—	—	—	19	59	—	—	—	2	5
Carex crinita	—	—	—	25	24	—	—	—	4	2
Prunella vulgaris	—	—	—	25	41	—	—	—	2	2
Senecio aureus	—	—	—	31	24	—	—	—	2	1
Amphicarpa bracteata	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Boehmeria cylindrica	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Carex hirtifolia	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Carex prasina	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Carex radiata	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Celastrus scandens	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Chrysanthemum leucanthemum	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Cirsium vulgare	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Elymus canadensis	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Elymus virginicus	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Equisetum scirpoides	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Habenaria obtusata	—	—	—	—	6	—	—	—	—	1
Heracleum maximum	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Lysimachia terrestris	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Lysimachia thyrsiflora	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Polygonum hydropiper	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Polygonum sagittatum	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Rubus hispidus	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Stellaria calycantha	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Trillium cernuum	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Urtica procera	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Viola cucullata										
X septentrionalis	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Vicia cracca	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Hesperis matronalis	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Agrostis perennans	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Elymus wiegandii	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Glyceria melicaria	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Muhlenbergia frondosa	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Muhlenbergia mexicana	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Poa trivialis	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Carex canescens	—	—	—	—	6	—	—	—	—	1
Listera cordata	—	—	—	—	6	—	—	—	—	1
Carex scabrata	—	—	—	—	6	—	—	—	—	1
Apocynum cannabinum	—	—	—	—	6	—	—	—	—	1
Rosa blanda	—	—	—	—	6	—	—	—	—	1
Myosotis scorpioides	—	—	—	—	6	—	—	—	—	1
Geum laciniatum	—	—	—	—	6	—	—	—	—	1
Erigeron annuus	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—
Phleum pratense	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—
Plantago major	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—
Circaea canadensis	—	—	—	—	12	—	—	—	—	1
Sanguinaria canadensis	—	—	—	—	12	—	—	—	—	1
Smilacina stellata	—	—	—	—	12	—	—	—	—	1
Lysimachia nummularia	—	—	—	—	12	—	—	—	—	2
Carex leptalea	—	—	—	—	18	—	—	—	—	—
Geum rivale	—	—	—	—	18	—	—	—	—	1
Calitha palustris	—	—	—	—	24	—	—	—	—	—

TABLEAU IV (suite)

Espèces	Constance					Fréquence moyenne				
	X	XM	M	HM	H	X	XM	M	HM	H
Carex trisperma	—	—	—	—	29	—	—	—	—	4
Laportea canadensis	—	—	—	—	29	—	—	—	—	6
Nombre de stations par segment	4	19	35	16	17					

* Calculées sur la base des 50 stations échantillonnées pour la flore printanière.

nordiques ou encore sont éliminées par des espèces mieux adaptées à ces sites mésiques.

Le nombre moyen d'espèces herbacées et arbustives par station est de 52 (min.: 44; max.: 63) pour les sites xériques, de 48 (min.: 21; max.: 73) pour les sites xérique-mésiques, de 46 (min.: 18; max.: 68) pour les sites mésiques, de 61 (min.: 20; max.: 78) pour les sites hydriques-mésiques et de 69 (min.: 41; max.: 103) pour les sites hydriques. Cette réduction graduelle du nombre d'espèces, en partant des sites à la fois xériques et hydriques vers les sites mésiques, semble indiquer que les conditions sciaphiles des bois francs nordiques sont limitantes pour un grand nombre d'espèces des forêts décidues et mixtes et qu'un nombre restreint d'espèces ont l'avantage compétitif dans ces sites mésiques. Aussi, les sites plus fertiles des segments hydrique-mésiques et hydriques, offrant un plus grand nombre de niches écologiques, permettent à une flore plus riche et diversifiée de s'y installer.

Le gradient de succession

Le regroupement central des stations de succession, décrit plus haut, souligne la très grande importance de ce gradient écologique (perturbations et temps) dans l'organisation floristique des forêts décidues et mixtes. Dans une région adjacente, la vallée du Saint-Laurent, Dansereau (1943, 1946) a déjà étudié la succession dans le domaine de l'érablière laurentienne. Les données ramassées sur l'ensemble des forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du Sud québécois ne nous permettent pas de développer des ordinations directes caractérisant les gradients de succession, vu qu'il y a un trop grand nombre de stations climaciques dans notre échantillonnage. Aussi, nous sommes présentement à faire des études complémentaires au Parc du Mont Orford (quadrants centrés sur le point accompagnés de mesures d'âge) afin de mieux saisir les processus de succession. Après ces études, nous devrions être en mesure de présenter l'organisation floristique de ces forêts par rapport à ce gradient de succession.

Le gradient d'altitude

Plusieurs auteurs (Whittaker, 1956; Holway, Scott et Nicholson, 1969; Scott et Holway, 1969; Breisch, Scott, Park et Lemon, 1969, etc.) ont analysé la variation de la végétation le long d'un gradient d'altitude dans des forêts décidues et mixtes des États-Unis. La présente étude permet de voir le comportement des espèces de ces forêts, le long de ce gradient dans une région encore plus nordique.

La répartition des stations par segments d'altitude est présentée dans le tableau V. Cette répartition reflète la dis-

TABLEAU V

Valeurs d'importance moyenne pour six classes du gradient altitudinal (strate arborescente)

Classes du gradient altitudinal	914 838 m	838 686 m	685 533 m	533 381 m	381 228 m	228 76 m
Betula lutea	150	87	27	30	23	17
Betula papyrifera	127	42	41	20	9	4
Picea rubens	9	15	—	7	4	5
Pyrus decora (ou sp.)	9	4	1	—	—	—
Abies balsamea	4	5	3	15	22	16
Acer saccharum	—	103	123	103	60	27
Fagus grandifolia	—	23	23	10	17	2
Acer pensylvanicum	—	13	7	1	1	—
Acer rubrum	—	6	33	26	22	35
Acer spicatum	—	1	—	—	—	—
Populus tremuloides	—	—	29	29	14	5
Thuja occidentalis	—	—	8	6	36	21
Prunus serotina	—	—	1	3	2	7
Fraxinus americana	—	—	1	1	5	3
Picea glauca	—	—	1	—	4	4
Populus balsamifera	—	—	1	—	10	11
Pinus resinosa	—	—	—	17	8	—
Ulmus americana	—	—	—	10	7	16
Quercus rubra	—	—	—	6	—	3
Prunus pensylvanica	—	—	—	4	1	—
Fraxinus nigra	—	—	—	3	5	11
Pinus strobus	—	—	—	3	15	22
Populus grandidentata	—	—	—	2	2	7
Ostrya virginiana	—	—	—	1	2	3
Tsuga canadensis	—	—	—	—	15	54
Betula populifolia	—	—	—	—	10	2
Tilia americana	—	—	—	—	4	—
Acer negundo	—	—	—	—	—	8
Salix nigra	—	—	—	—	—	7
Acer saccharinum	—	—	—	—	—	5
Ulmus rubra	—	—	—	—	—	1
Fraxinus pennsylvanica	—	—	—	—	—	1
Juglans cinerea	—	—	—	—	—	1
Nombre d'espèces	5	10	14	20	24	27
Nombre de stations par segment	1	6	6	26	33	19

tribution générale des terrains de ce secteur par rapport à l'altitude. Il en résulte qu'un nombre restreint de forêts décidues et mixtes furent échantillonnées à une altitude supérieure à 533 m. La plus grande concentration de stations humides, aux altitudes les plus basses, est due aux nombreuses vallées *caractéristiques de cette* région. Les stations xériques sont très restreintes, comme nous l'avons vu dans l'analyse du gradient d'humidité, et ne couvrent qu'une petite section du gradient altitudinal. Les stations mésiques sont les seules à être bien représentées dans la plupart des segments du gradient d'altitude. Les ordinations le long du gradient d'altitude (tableaux V et VI) doi-

vent être interprétées à la lumière de cette répartition des stations. De plus, ce gradient est difficile à analyser, vu qu'il est en réalité un gradient complexe du climat pour lequel l'altitude est une mesure utile (Whittaker, 1967).

La distribution de 33 espèces arborescentes le long du gradient altitudinal est présentée dans le tableau V. Afin de ne pas surcharger ce tableau, nous n'avons pas inclus les espèces n'atteignant pas une valeur d'importance moyenne de 1 à l'intérieur d'au moins un des segments d'altitude. Alors que 27 espèces sont représentées aux altitudes les plus basses, nous ne retrouvons plus que 5 espèces au-dessus de 838 m. Il y a une diminution graduelle du nombre d'espèces, allant de 5 à 27 (tableau V).

Betula lutea, B. papypifera, Picea rubens, Pyrus decora et *Abies balsamea* caractérisent les forêts mixtes des hauts versants des montagnes de la région. L'absence d'*Acer saccharum* des forêts mixtes de ce dernier segment d'altitude est remarquable. Cette espèce, la mieux adaptée pour l'ensemble des sites mésiques du secteur étudié, est remplacée, en haute altitude, par *Betula lutea* et *Betula papyrifera*. La distribution d'*Abies balsamea*, montrant une augmentation des valeurs moyennes d'importance dans les segments de basse altitude, est due au fait que les forêts boréales des sommets des montagnes telles que le mont Orford et le mont Gosford n'ont pas été incluses dans la présente étude (Warder, 1970) et qu'il y a aussi, sur les basses terres, une plus grande concentration de stations hydriques. Comme nous l'avons vu dans l'ordination le long du gradient d'humidité, les forêts conifériennes à tendance boréale et les forêts mixtes se partagent ces sites hydriques. Si les inclusions boréales de haute altitude (Warder, 1970) étaient incluses, il n'y a pas de doute qu'*Abies balsamea* aurait une augmentation des valeurs moyennes d'importance avec l'altitude (Breisch *et al.*, 1969). À l'autre extrémité du gradient d'altitude, on retrouve plusieurs espèces normalement restreintes aux sites hydriques-mésiques et hydriques (ex. : *Acer negundo, Acer saccharinum, Fraxinus pennsylvanica, Salix nigra*, etc.). Vu que de tels sites n'existent pas à une altitude élevée, il est donc difficile d'expliquer leur concentration seulement en fonction de cette variable. Quelques espèces de succession, tolérantes aux différentes conditions d'humidité, sont restreintes aux segments de moyenne et de basse altitudes. Mentionnons *Populus grandidentata* et *Betula populifolia*. *Populus tremuloides* pourrait aussi être rattaché à ces deux espèces. Il semble donc que *Betula papyrifera* remplace ces espèces à plus haute altitude comme l'indique l'augmentation graduelle des valeurs d'importance (4 à 127).

La flore des strates herbacées et arbustives est aussi ordonnée le long du gradient d'altitude (tableau VI). Vu que le segment mésique du gradient d'humidité est le mieux représenté le long du gradient altitudinal, nous n'avons inclus que ce dernier. Sans cela, le tableau VI aurait été surchargé. De plus, toute la flore arbustive et herbacée de ces forêts décidues et mixtes a déjà été présentée dans le tableau IV. Les 35 stations mésiques sont regroupées en 5 classes de 152,4 m le long du gradient altitudinal (tableau VI). Les ordinations le long du gradient altitudinal doivent aussi être interprêtées avec prudence puisque le nombre de stations par classes varie de 2 à 12.

Un nombre restreint d'espèces herbacées et arbustives (35) occupent le segment supérieur (914 à 762 m).

TABLEAU VI

Constance et fréquence moyenne des plantes herbacées et des arbustes, du segment mésique d'humidité, répartis en 5 classes d'altitude

	Constance					Fréquence moyenne				
Nombre de stations	2	4	11	12	6					
Classes d'altitude / Espèces	914 – 762 m	762 – 610 m	609 – 457 m	457 – 305 m	304 – 152 m	914 – 762 m	762 – 610 m	609 – 457 m	457 – 305 m	304 – 152 m
Streptopus amplexifolius	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Solidago macrophylla	100	75	18	8	—	12	8	1	1	—
Dryopteris spinulosa var. *americana*	100	75	45	33	—	57	2	7	1	—
Polypodium virginianum	100	—	9	17	—	—	—	—	—	—
Diervilla lonicera	50	—	9	8	—	4	—	—	2	—
Coptis groenlandica	50	—	9	17	—	—	—	1	5	—
Cornus canadensis	50	—	9	17	—	—	—	—	8	—
Ribes glandulosum	50	—	18	25	—	—	—	—	—	—
Nemopanthus mucronata	50	—	—	8	—	—	—	—	1	—
Oxalis montana	100	100	82	50	33	77	47	20	6	1
Clintonia borealis	100	100	100	75	50	73	17	14	4	2
Lycopodium lucidulum	100	100	91	83	33	72	23	13	20	3
Viburnum alnifolium	100	100	100	75	50	45	37	12	10	9
Aralia nudicaulis	100	100	82	67	50	38	5	11	10	6
Aster acuminatus	100	100	91	92	50	12	23	12	4	1
Streptopus roseus	100	100	91	92	50	9	28	12	10	3
Athyrium filix-femina	100	100	82	83	100	—	8	18	4	12
Dryopteris phegopteris	100	100	64	58	50	—	8	5	2	2
Trillium erectum	100	100	100	92	100	—	25	19	18	33
Dryopteris spinulosa var. *intermedia*	100	100	100	100	100	37	63	43	44	16
**Erythronium americanum*	100	100	100	100	100	8	100	92	98	85
Maianthemum canadense	100	100	100	100	100	—	41	22	25	28
Viola incognita	100	100	100	100	100	7	35	31	17	14
Dennstaedtia punctilobula	100	50	73	67	83	—	3	7	1	10
Carex intumescens	50	75	91	67	50	—	7	1	1	—
Cinna latifolia	50	75	82	58	33	—	10	2	1	—
Dryopteris noveboracensis	50	75	55	58	50	—	10	1	1	—
Lycopodium obscurum	50	25	64	25	33	—	2	—	3	—
Trientalis borealis	50	75	91	83	33	15	8	10	11	3
Trillium undulatum	50	75	82	56	33	—	2	4	6	—
Viola renifolia	50	50	64	58	17	—	3	9	8	7
Sambucus pubens	50	100	91	100	50	—	2	8	3	9
Tiarella cordifolia	50	100	73	58	100	—	47	14	1	5
Carex arctata	50	75	55	92	83	—	—	4	3	6
Osmunda claytoniana	50	25	55	25	67	—	—	1	—	1
Chrysosplenium americanum	—	25	—	—	—	—	2	—	—	—
Dalibarda repens	—	25	—	—	—	—	2	—	—	—
Hydrocotyle americana	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—
Laportea canadensis	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—
Eupatorium rugosum	—	50	18	—	—	—	—	1	—	—
Goodyera tesselata	—	25	9	—	—	—	—	—	—	—
Ribes lacustre	—	25	18	—	—	—	3	1	—	—

TABLEAU VI (suite)

	Constance					Fréquence moyenne				
lombre de stations	2	4	11	12	6					
Classes d'altitude / èces	914 – 762 m	762 – 610 m	609 – 457 m	457 – 305 m	304 – 152 m	914 – 762 m	762 – 610 m	609 – 457 m	457 – 305 m	304 – 152 m
m polygamum	—	50	18	8	—	—	—	1	—	—
ılpina	—	50	45	33	—	—	3	1	1	—
nadensis	—	50	55	58	—	—	2	1	7	—
a viridis var. bracteata	—	25	18	8	—	—	—	—	—	—
ıte	—	25	—	8	—	—	2	—	—	—
um braunii	—	25	—	17	—	—	—	—	—	—
ı cinnamomea	—	25	—	17	—	—	3	—	—	—
ıadensis	—	25	—	17	—	—	—	—	3	—
riflorum	—	100	55	58	50	—	2	2	2	—
ia caroliniana	—	100	83	50	60	—	20	19	83	25
es altissima	—	100	91	67	67	—	2	8	4	1
kirkii	—	100	55	75	67	—	10	1	13	8
ı racemosa	—	100	100	75	100	—	5	13	3	13
ıtum pubescens	—	100	91	83	100	—	3	4	2	14
uniflora	—	75	64	—	17	—	—	1	—	—
'aeus	—	75	18	25	17	—	—	3	1	1
repens	—	75	55	25	33	—	2	1	1	—
flexicaulis	—	75	36	8	33	—	—	5	—	—
ıbra	—	75	55	50	50	—	2	1	—	3
achypoda	—	75	55	42	83	—	—	—	—	—
canadensis	—	75	91	92	83	—	—	2	—	2
ıum acrostichoides	—	75	18	33	83	—	—	1	2	3
ı atrorubens	—	75	55	67	100	—	3	5	12	25
ɔtonervia	—	75	64	50	100	—	—	2	1	1
ıternifolia	—	75	73	75	100	—	—	1	2	6
striata	—	50	36	8	17	—	—	2	—	—
ıbescens	—	50	18	50	17	—	8	5	6	—
undifolia	—	50	18	8	17	—	5	1	—	—
rifolius	—	50	—	25	40	—	7	—	—	—
thelypterioides	—	50	—	33	50	—	7	—	3	1
cornuta	—	50	64	92	50	—	—	4	1	—
ım virginianum	—	50	64	50	67	—	—	7	1	1
virginiana	—	50	36	42	67	—	3	2	—	2
ı canadensis	—	50	—	50	80	—	10	—	12	10
ı cucullaria	—	50	66	50	80	—	13	9	3	3
unnescens	—	25	64	25	17	—	—	1	—	—
s tetrahit	—	25	45	17	17	—	—	1	—	—
s pallida	—	25	—	—	17	—	2	—	—	—
viride	—	25	27	—	17	—	—	1	—	—
ytrum erectum	—	25	9	8	33	—	—	1	1	—
virginiana	—	25	18	8	33	—	—	—	—	—
'a psycodes	—	25	18	17	33	—	—	—	1	—
sensibilis	—	25	18	—	33	—	—	1	—	—
sessilifolia	—	25	9	25	33	—	2	2	1	9
bilis	—	25	36	25	50	—	2	1	1	2

TABLEAU VI (suite)

	Constance					Fréquence moyenne				
Nombre de stations	2	4	11	12	6					
Classes d'altitude / Espèces	914 – 762 m	762 – 610 m	609 – 457 m	457 – 305 m	304 – 152 m	914 – 762 m	762 – 610 m	609 – 457 m	457 – 305 m	304 – 152 m
Carex pedunculata	—	25	—	—	50	—	—	—	—	—
Pyrola elliptica	—	25	36	33	50	—	—	1	1	3
Carex deweyana	—	25	36	67	83	—	—	1	—	1
Dryopteris disjuncta	—	25	45	25	83	—	2	2	—	21
Osmorhiza claytoni	—	25	55	50	83	—	2	6	2	8
Viola pubescens var. *leiocarpa*	—	25	55	33	100	—	—	2	1	2
Achillea millefolium	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
Botrychium multifidum	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
Dactylis glomerata	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
Deschampsia flexuosa	—	—	9	—	—	—	—	1	—	—
Dryopteris cristata	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
Equisetum sylvaticum	—	—	9	—	—	—	—	1	—	—
Fragaria virginiana	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
Geum macrophyllum	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
Listera convallarioides	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
Pyrola secunda	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
Sanicula marilandica	—	—	9	—	—	—	—	1	—	—
Senecio robbinsii	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
Agrostis scabra	—	—	9	—	—	—	—	1	—	—
Aster cordifolius	—	—	9	8	—	—	—	—	—	—
Aster puniceus	—	—	9	8	—	—	—	—	—	—
Corallorhiza maculata	—	—	9	8	—	—	—	—	—	—
Habenaria orbiculata	—	—	9	8	—	—	—	—	—	—
Salix spp.	—	—	9	8	—	—	—	—	—	—
Sambucus canadensis	—	—	9	8	—	—	—	—	—	—
Solidago canadensis	—	—	9	8	—	—	—	—	—	—
Crypripedium acaule	—	—	9	17	—	—	—	—	—	—
Lycopodium clavatum	—	—	18	8	—	—	—	1	1	—
Impatiens capensis	—	—	45	25	—	—	—	2	—	—
Aralia racemosa	—	—	9	8	17	—	—	—	—	—
Botrychium dissectum	—	—	9	—	17	—	—	—	—	—
Carex gracillima	—	—	9	8	17	—	—	1	—	—
Carex projecta	—	—	9	17	17	—	—	—	—	—
Hieracium aurantiacum	—	—	9	8	17	—	—	—	—	—
Lycopodium complanatum	—	—	9	—	17	—	—	—	—	11
Milium effusum	—	—	9	17	17	—	—	1	—	1
Pteridium aquilinum	—	—	9	8	17	—	—	—	5	—
Carex disperma	—	—	9	25	33	—	—	1	—	—
Dryopteris marginalis	—	—	9	17	33	—	—	—	—	—
Ribes cynosbati	—	—	9	17	33	—	—	—	—	—
Viola septentrionalis	—	—	9	8	33	—	—	—	—	—
Carex pensylvanica	—	—	9	—	50	—	—	—	—	8
Viburnum cassinoides	—	—	18	8	17	—	—	—	1	—
Festuca rubra	—	—	18	8	17	—	—	—	—	—
Carex novae-angliae	—	—	18	8	33	—	—	—	—	—

TABLEAU VI (suite)

	Constance					Fréquence moyenne				
lombre de stations	2	4	11	12	6					
Classes d'altitude / èces	914 – 762 m	762 – 610 m	609 – 457 m	457 – 305 m	304 – 152 m	914 – 762 m	762 – 610 m	609 – 457 m	457 – 305 m	304 – 152 m
ilium thalictroides	—	—	18	17	83	—	—	—	1	13
: helleborine	—	—	18	8	83	—	—	—	—	4
crophyllus	—	—	27	—	17	—	—	2	—	—
rugosa	—	—	27	33	33	—	—	—	1	—
diphylla	—	—	27	—	50	—	—	3	—	5
mmunis	—	—	36	25	17	—	—	—	—	—
lum annotinum	—	—	45	25	17	—	—	1	2	2
hier spp.	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
bellatus	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
iza trifida	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
tolonifera	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
n angustifolium	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
n glandulosum	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
obtusa	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
n scabrum	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
m perforatum	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
ngustifolia	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
uda	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
oa uniflora	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
ensylvanica	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
lus septentrionalis	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
ne purpurascens	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
n trilobum	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
ullata	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
ensis	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
n angustifolium	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—
lus abortivus	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—
biennis	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—
flexa	—	—	—	8	17	—	—	—	—	—
ris fragilis	—	—	—	8	17	—	—	—	—	—
ustris	—	—	—	8	17	—	—	—	1	2
m officinale	—	—	—	8	17	—	—	—	1	2
canadense	—	—	—	8	17	—	—	—	—	—
ntaginea	—	—	—	8	33	—	—	—	—	—
m cilinode	—	—	—	8	33	—	—	—	—	1
n pedatum	—	—	—	8	67	—	—	—	1	2
des	—	—	—	17	17	—	—	—	—	—
ricoccum	—	—	—	25	80	—	—	—	8	—
um lanceolatum	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
ciliatus	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
sea	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
dium calceolus	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
oa hypopithys	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
nda	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
lens	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—

TABLEAU VI (suite)

	Constance					Fréquence moyenne				
Nombre de stations	2	4	11	12	6					
Classes d'altitude / Espèces	914 – 762 m	762 – 610 m	609 – 457 m	457 – 305 m	304 – 152 m	914 – 762 m	762 – 610 m	609 – 457 m	457 – 305 m	304 – 152 m
Vitis riparia	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
Berberis thunbergii	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
Hydrophyllum virginianum	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
Rubus canadensis	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
Aster lateriflorus	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
Daphne mezereum	—	—	—	—	17	—	—	—	—	2
Pyrola virens	—	—	—	—	17	—	—	—	—	2
Dryopteris spinulosa var. *spinulosa*	—	—	—	—	33	—	—	—	—	1
Hepatica acutiloba	—	—	—	—	33	—	—	—	—	3
Veronica officinalis	—	—	—	—	50	—	—	—	—	1
Nombre d'espèces	35	86	124	139	119					

* Calculées sur la base des 18 stations échantillonnées pour la flore printanière.

À mesure que l'altitude diminue, généralement le nombre d'espèces augmente (35, 86, 124, 139, 119). Quoique le nombre de stations par classe d'altitude influence ces chiffres, l'addition de stations en haute altitude ajouterait peu d'espèces en comparaison avec l'apport qu'amèneraient des stations additionnelles en basse altitude. En effet, la station contenant le moins d'espèces herbacées et arbustives (18) se trouve à une altitude supérieure à 762 m. Rappelons que le nombre moyen pour toutes les stations mésiques est de 46 (min.: 18; max.: 68).

La plupart des espèces présente dans les stations de haute altitude se retrouvent aussi dans les autres classes de ce gradient. Quelques espèces d'affinités boréales, tels que *Streptopus amplexifolius, Coptis groenlandica* et *Cornus canadensis* n'atteignent pas les stations de plus basse altitude. *Les espèces les* plus importantes en haute altitude sont *Oxalis montana, Clintonia borealis, Lycopodium lucidulum, Dryopteris spinulosa* var. *americana, Viburnum alnifolium, Aralia nudicaulis, Dryopteris spinulosa* var. *intermedia, Trientalis borealis, Solidago macrophylla* et *Aster acuminatus*. Les affinités boréales ou appalachiennes de ce dernier groupe sont remarquables. Quelques-unes de ces espèces, comme *Oxalis montana, Clintonia borealis, Lycopodium lucidulum* et *Viburnum alnifolium*, atteignent graduellement leur optimum écologique dans les stations de haute altitude, comme le montre l'augmentation graduelle de leur fréquence moyenne le long du gradient. Des espèces plus méridionales les remplacent en basse altitude.

Les espèces de succession et les éléments introduits se retrouvent surtout dans les stations de plus basse altitude à cause de la proximité de terrains défrichés et de la plus grande

activité humaine qui caractérise ces segments d'altitude (ex.: *Veronica officinalis, Daphne mezereum, Taraxacum officinale, Hieracium scabrum*, etc.). Nous retrouvons aussi, dans les stations de plus basse altitude, les éléments les plus méridionaux restreints à ces habitats mieux protégés et donc plus favorables au point de vue climatique (*Hepatica acutiloba, Hydrophyllum virginianum, Viola blanda, Carex plantaginea, Asarum canadense*, etc.). La diversité floristique diminue donc avec l'altitude (tableaux V et VI), vu que les sites de haute altitude, ayant un climat plus rigoureux, offrent un moins grand nombre de niches écologiques.

Conclusion

Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois, un des points de rencontre entre la forêt boréale et la forêt décidue, sont composées d'une flore plus ou moins diversifiée, comprenant un peu plus de 400 taxons. Un premier groupe, dont la distribution coincide totalement ou partiellement avec celle de la forêt décidue de l'Amérique orientale, contribue à plus de la moitié (54,1%) de la composition floristique. Les taxons nord-américains transcontinentaux constituent près du quart (23,5%) de la composition floristique. Enfin, le groupe des taxons circumpolaires, la seule autre classe importante, comprend 14,6% des taxons échantillonnés. Ceux-ci se retrouvent dans des communautés très différentes, puisque nous avons 89 types de communautés, en ne considérant que la strate arborescente.

Des ordinations indirectes et directes semblent suggérer que les principaux facteurs responsables de l'organisation floristique de ces forêts décidues et mixtes sont le régime hydrique, le stade de *succession ainsi que l'*altitude. Aussi, ces ordinations directes de la strate arborescente et de la strate herbacée et arbustive, le long des gradients d'humidité et d'altitude nous permettent de mieux comprendre l'organisation floristique de ces communautés appalachiennes du sud québécois par rapport à ces deux gradients de première importance. D'un autre côté, des études complémentaires doivent être faites afin d'être en mesure de présenter l'organisation floristique de ces forêts par rapport au gradient de succession.

Cette région appalachienne du sud québécois possède donc une flore et une végétation des plus intéressantes. Malheureusement, une trop petite proportion de ces forêts est protégée pour le bénéfice des citoyens, de plus en plus préoccupés par leur environnement naturel.

Remerciements

Plusieurs botanistes nous ont aidé pour l'identification des spécimens. Mme M.C. Harbert, du McGill College Herbarium, a eu la gentillesse de revoir un grand nombre de specimens. M. W.G. Dore et M.B. Boivin du Ministère de l'agriculture, Ottawa, feu M. M. Raymond du Jardin botanique de Montréal et feu M. Lionel Cinq-Mars de l'Herbier Louis-Marie de l'Université Laval nous ont spécialement aidé pour les groupes taxonomiques suivants: *Gramineae, Rubus, Galium, Carex* et *Viola*. Sur le terrain, nous avons aussi profité de l'aide de M. Howard Gilbey, M. Michael Warder, M. Gilles Dostaler et M. Jean-Pierre Champagne. M. Roger Bélanger, M. Luc Brouillet et M. Richard Racine, de l'Université de Montréal, ont facilité l'utilisation du Centre de calcul. Enfin, M. Denis Barabé du Jardin botanique de Montréal a revu le texte et Mme E. Lemaire ainsi que Mme J.D. Larocque ont dactylographié le manuscrit. Cette recherche a pu être entreprise et complétée grâce à des subventions du Conseil national de la recherche du Canada et de l'Université de Montréal (CAFIR(.

Références

BLANCHARD, R., 1960. Le Canada français, p vince de Québec. Étude géographique Fayard, Paris, 316 p.

BOUCHARD, A., 1970. The phytosociology of the Northern Conifer-Hardwoods of the Appalachian Foothills in Southern Québec. — M.Sc. Thesis, McGill Univ., Montréal, 111 p.

BOUCHARD, A. and P.F. MAYCOCK, 1970. A phytogeographical and phytosociological study of *Viola rotundifolia* in Eastern Canada. — Can. J. Bot., 48: 2285-2303.

BREISCH, A.R., J.T. SCOTT., R.A. PARK and P.C. LEMON, 1969. Multidimensional ordination of boreal and hardwood forests on Whiteface mountain. — Atmosph. Sci. Res. Center, State Univ. of N.Y., Albany, Publ. N° 92.

CLAYTON, J.S., W.A. EHRLICH, D.B. CANN, J.H. DAY and I. B. MARSHALL, 1977. Soils of Canada. — Res. Brch, Canada Dept. Agric. Vol. 1, 243 p., Vol. 2, 239 p.

COTTAM, G. and J.T. CURTIS, 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. — Ecology, 37: 451-460.

COTTAM, G., F.G. GOFF and R.H. WHITTAKER, 1973. Wisconsin comparative ordination, p. 193-221 *in*: R. H. Whittaker (Ed.), Ordination and Classification of Communities. Handbk Vegn Sci., 5, Junk, The Hague.

CURTIS, J.T., 1959. The vegetation of Wisconsin. — Univ. Wis., Press, Madison, Wis., 657 p.

DANSEREAU, P., 1943. L'Érablière laurentienne. I: Valeur d''indice des espèces. — Can. J. Res., 21: 66-93.

DANSEREAU, P., 1946. L'Érablière laurentienne. II: Les successions et leurs indicateurs. — Can. J. Res., C, 24: 235-291.

DANSEREAU, P., 1959. Phytogeographia laurentiana. II: The principal plant associations of the St. Lawrence Valley. — Contr. Inst. bot. Univ. Montreal, No. 75, 147 p.

DAVIES, B.W., 1968. Forest ecological studies in the Northern Conifer-Hardwood Region of central southern Ontario. — M. Sc. Thesis, McGill University, 285 p.

DUBOIS, J.M.M., 1973. Les caractéristiques naturelles des Cantons de l'Est. — Centre de Recherches en Aménagement régional, Univ. Sherbrooke, 130 p.

DUBOIS, J.M.M., 1974. Proposition de régions physiographiques pour les Cantons de l'Est: un apport à la classification de Bostock. — Géoscope, 5 (2): 13-46.

FERLAND, M.-G. et R.-M. GAGNON, 1967. Climat *du Québec* méridional. — Ministère des *richesses naturelles*, Québec, M.P. 13.

FERNALD, M.L., 1950. Gray's manual of botany. — American Book Co., New-York. 8th. ed., 1632 p.

GAUCH, H.G., 1977. Ordiflex. — Cornell Univ., 123 p.

GAUCH, H.G. Jr., R.H. WHITTAKER and T.R. WENTWORTH, 1977. A comparative study of reciprocal averaging and other ordination techniques. — J. Ecol., 65: 157-174.

GRANDTNER, M.M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. — Presse Univ. Laval, Québec., 216 p.

HOLWAY, J.G., J.T. SCOTT and S. NICHOLSON, 1969. Vegetation of the Whiteface mountain region of the Adirondacks. — Atmosph. Sci. Res. Center, State Univ. of N.Y., Albany. Publ. 92.

JURDANT, M. et M. R. ROBERGE, 1965. Étude écologique de la forêt de Watopeka. — Ministère canadien des forêts, Publ. No. 1051 F, 95 p.

KESSELL, S.R. and R.H. WHITTAKER, 1976. Comparisons of three ordination techniques. — Vegetatio, 32 (1): 21-29.

LAMBERT, J.D.H. and P.F. MAYCOCK, 1968. The ecology of terricolous lichens of the Northern Conifer-Hardwood forests of central eastern Canada. — Can. J. Bot., 46: 1043-1078.

MARCOTTE, G. et M.M. GRANDTNER, 1974. Étude écologique de la végétation forestière du mont Mégantic. — Serv. de la rech., Dir. gén. des for., min. des Ter. et For. du Québec, Mémoire N° 19, xx + 156 p.

MAYCOCK, P.F., 1963. The phytosociology of the deciduous forests of extreme southern Ontario. — Can. J. Bot. 41: 379-438.

MAYCOCK, P.F. and J.T. CURTIS, 1960. The phytosociology of boreal conifer-hardwood forests of the Great Lakes region. — Ecol. Monogr., 30: 1-35.

OP de BEECK, J., 1972. The phytosociology of the northern-conifer hardwood forests of the central St. Lawrence lowlands of Québec and Ontario. — M.Sc. Thesis, McGill Univ., 142 p.

RICHARD, P., 1977. Histoire postglaciaire de la forêt décidue du Québec. — Naturaliste can., 104: 135-141.

ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. — Les Presses de l'Université Laval, Québec, 799 p.

ROWE, J.S., 1972. Les régions forestières du Canada. — Ministère de l'Environnement Service canadien des forêts, Publ. N° 1300F, 172 p.

SCOTT, J.T. and J.G. HOLWAY, 1969. Comparison of topographic and vegetation gradients in forests of Whiteface mountain. — Atmosph. Sci. Res. Center, State Univ. of N.Y., Albany, Publ. 92.

WARDER, M.P., 1970. The phytosociology of the boreal forest inclusions in southern Ontario and Quebec. — M.Sc. Thesis, McGill Univ., 154 p.

WALTHER, A., 1963. Forest ecological studies of the Monteregian Hills of southern Quebec. — M. Sc. Thesis, Dept. of Botany, McGill Univ., Montreal, 234 p.

WHITTAKER, R.H., 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. — Ecol. Monogr., 26 : 1-80.

WHITTAKER, R.H., 1967. Gradient analysis of vegetation. — Biol. Rev., 49 : 207-264.

WHITTAKER, R. H., 1973. Direct gradient analysis, p. 7-51 *in* R. H. Whittaker (Ed.), Ordination and classification of communities. Handbk Vegn Sci., 5, Junk, The Hague.

Naturaliste can., 105: 417-424 (1978).

ABSORPTION OF PHOSPHORUS (^{32}P) BY EXCISED ECTOMYCORRHIZAE OF BALSAM FIR [*ABIES BALSAMEA* (L.) MILL.] FROM LOW CONCENTRATIONS OF $H_2PO_4^-$

C. Gilles LANGLOIS[1] and J. André FORTIN[2]

Département d'écologie et pédologie, Université laval, Sainte-Foy Québec, G1K 7P4

Résumé

Plusieurs groupes d'ectomycorrhizes excisées du sapin baumier (provenant d'une forêt naturelle) ont été soumis à diverses conditions d'absorption des ions $H_2{}^{32}PO_4$ contenus dans une solution tamponnée. L'absorption des ions phosphate atteint un optimum autour de pH 4,5 mais demeure relativement importante à un pH aussi bas que 3,0. La température optimum se situe autour de 25° C mais l'absorption atteint 30% et 50% de cet optimum à 5° et 10° C respectivement. Les mycorrhizes jaunes se sont avérées de loin les plus actives à absorber les ions H_2PO_4 étant 3, 10 et 16 fois plus efficaces que les blanches, les brunes et les noires respectivement. Les ectomycorrhizes brunes sont de loin les plus abondantes dans la station étudiée. Après avoir comparé les résultats obtenus avec ceux qui ont été publiés pour d'autres espèces d'arbres, les auteurs indiquent l'intérêt de ces résultats pour la sélection des champignons ectomycorrhizateurs destinés à l'inoculation des plants forestiers en pépinière.

Abstract

The absorption of radioactive H_2PO_4 ions in buffered solution by excised, forest grown, ectomycorrhizae was studied. The optimum for absorption of phosphate ions was around 4,5 but was still active at pH values as low as 3,0. The optimum temperature was around 25° C but absorption reached 30% and 50% of this optimum at 5° and 10° C respectively. Yellow mycorrhizae were the most effective absorbing 3, 10 and 16 times more H_2PO_4 than white, brown and black mycorrhizae respectively. Brown ectomycorrhizae were the most abundant in the stations used. After comparing the results with those obtained elsewhere for other species of trees, their interest is discussed in relation with selection of ectomycorrhizal fungi for inoculation of forest tree seedlings in nurseries.

Introduction

One of the main functions of ectomycorrhizae in the root systems of forest trees is their role in the absorption of nutrients from the soil, especially low mobile ions such as phosphorus (Bowen, 1973). Harley and McCready (1950) determined the optimal conditions under which excised mycorrhizae of *Fagus sylvatica* efficiently absorb ^{32}P as phosphate from a liquid solution. The process was shown to be metabolically supported and to require oxygen (Harley and Brierley, 1954). Working on feeder roots of *F. sylvatica*, Harley and McCready (1950) showed that the thickness of the mantle does affect the effectiveness of the absorption. Later Mejstrik (1970) established that for different kinds of ectomy-

[1] Part of a Master's degree thesis, Laval University.

[2] Supported by a research grant (A-3235) from the National Research Council of Canada.

corrhizae, the rates of absorption of phosphate ions are also different. It was also demonstrated by Bowen and Theodorou (1967) that excised mycorrhizal roots of *Pinus radiata* are 2-9 times more efficient than uninfected roots.

Abies balsamea (L.) Mill. is a widely distributed tree in the boreal forests of North America where the average growing season lasts about 90 days a year (Plamondon and Grandtner, 1975) and where the soil is usually constituted of highly acidic and podzolized horizons with humus of up to 15 cm in depth and overlaying eluvial mineral horizons.

The pH of the humus can be as low as 3,4 and the temperature of the soil under the canopy seldom exceeds 17° C at a depth of 10 cm under the surface during the warmest period of the year. During the growing season, the prevailing soil temperatures in the top 10 cm of soil are around 10° C (Plamondon and Grandtner, 1975).

For these reasons, it is doubtful whether the behavior of *A. balsamea* ectomycorrhizae in absorbing phosphorus can simply be extrapolated from those of *F. sylvatica* or *Pinus* spp. previously reported. Therefore experiments were performed to define the relationship of pH and temperature with the rate of absorption, to test the ability of the roots to absorb $H_2{}^{32}PO_4$ from very small concentrations of this ion, and to compare the potential absorption of H_2PO_4 by the four prevailing types of ectomycorrhizae of this tree.

Materials and methods

All the mycorrhizal root tips used in this study were collected in the Montmorency Experimental Forest of Laval University (47°17′ N × 71°14′ O) in a *Betulo papyriferae-Abietum hylocomietosum* association according to the phytosociological classification of Grandtner (1966). The soil is a ferrohumic orthic podzol (CSSC, 1970). The raw humus (mor), where up to 81,5% of the ectomycorrhizal rootlets in the soil profile are living (Langlois, 1977), is about 10 cm thick, has a pH value of 3,5-4,0, an organic matter content of 85-95%, and a C/N ratio of about 30.

For all the experiments, the samples were collected directly from the forest, early in the morning, by digging up the root of young trees 2-4 feet tall. These roots were kept in contact with the humus as much as possible until reaching the laboratory. A portable cooler was used to carry the samples to the laboratory.

Once in the laboratory, the mycorrhizal tips were immediately excised from the samples, which were immersed in tap water. The clean excised ectomycorrhizae (4-6 mm long) were placed in cool distilled water for the 150 minutes needed to select a sufficient number of tips for the proposed experiment.

A single morphological type of ectomycorrhizae, which was the most abundant, was used for all experiments except when a comparison was made between different types. Their color varied from pale pinkish brown to dark brown, they were rarely simple and generally pyramidal according to Boullard's classification (1968). The surface of the mantle was smooth and without proeminent rhizomorphs. The thickness of the prosenchymatous mantle varied from 15 to 30 μm but the overall diameter reached up to 1,2 mm. The Hartig's net was never very deep and did not penetrate more than half the cortex.

To compare the potential absorption of ^{32}P by different types of mycorrhizae, three other groups were used. Black mycorrhizae formed by *Cenococcum graniforme* (Sow) Ferd et Winge, which were simple or pyramidal but also some-

times racemose, could be recognized easily by the typical jet-black upright hyphae on the surface of the mantle and the tangential arrangement of the hyphae of this mantle. This mantle was about 30 μm thick and the Hartig's net penetrated the cortex to variable depth sometimes almost reaching the endodermis. Their overall diameter varied from 0,3 to 1,2 mm.

The two other groups were composed of very similar ectomycorrhizae differing mainly by their colors, and they were referred to as the yellow and the white mycorrhizae. More slender than the first two types, their diameter was seldom larger than 0,6 mm and they were covered by a thin mantle, about 12 μm thick, bearing abundant rhizomorphic extramatrical mycelium. The Hartig's net was always deep, and came close to the endomermis. They were typically curved along their length. The only difference other than the color was a larger quantity of rhizomorphic mycelium on the yellow mycorrhizae.

In preparation for each experiment, 30 to 35 excised mycorrhizal tips were placed in 20 ml of the appropriate mineral solution (Harley and McCready, 1952) contained in 50 ml Erlenmeyer flasks. The pH was adjusted with a 0,01 M phthalate buffer and the temperatures were adjusted to within 0,1° C by immersing the flasks in a reciprocally shaking water bath. The $H_2{}^{32}PO_4$ was added in the desired amount by transferring an aliquot of the original radioactive phosphorus (Amersham Corp., Oakville, Ont.) to the experimental flasks with a precision syringe.

After the period of absorption, the content of each flask was poured through a Buckner funnel and the mycorrhizae were quickly washed with one liter of ice water. This operation was necessary to stop the absorption rapidly and also to remove the phosphate ions absorbed on the external surface of the hyphae on the mantle.

Thereafter, each group of radioactive root tips was placed in a separate dish and oven dried for 16 hours at 80° C before being weighted with an electrobalance (± 1 μg). Finally, each individual sample was placed in a virgin scintillation vial containing 15 ml of calfluor (7 g PPO; 0,6 g dimethyl-POPOP; 1 l toluene) (Calatomic) before being measured with a liquid scintillation counter (Unilux II LSS).

The readings were obtained from the counter in counts per minute (CPM) and were used as CPM.mg^{-1} in the graphs. Since the radioactive material decays rapidly, the half-life being 14,3 days, it was necessary to include an aliquot of the original material in each experiment to calculate the specific activity of (^{32}P) used for each experiment.

Although the results were expressed on the graphs in CPM.mg^{-1}, it is also interesting to calculate the actual concentrations of H_2PO_4 used. This quantity can be calculated approximately from the CPM.mg^{-1}, given that 22,200 = 1 μg P $\times$ 10^{-7} (200 mCi/m mol; specification of Amersham Corp.). This calculation is only approximate since the relationship between the CPM and the radioactivity depends on the efficiency of the counter and the quality of the scintillation cocktail.

Contrary to the usual practice, where the samples are previously mineralized, the radioactivity of our samples was measured by placing the dried roots (4-20 mg) directly into the calfluor scintillation liquid. Comparisons made on 18 samples, have shown that the direct method, used here, without mineralization, underestimated the CPM.mg^{-1} dry weight by less than 1% (0,50% ± 0,37) as compared to the usual method with previous mineralization.

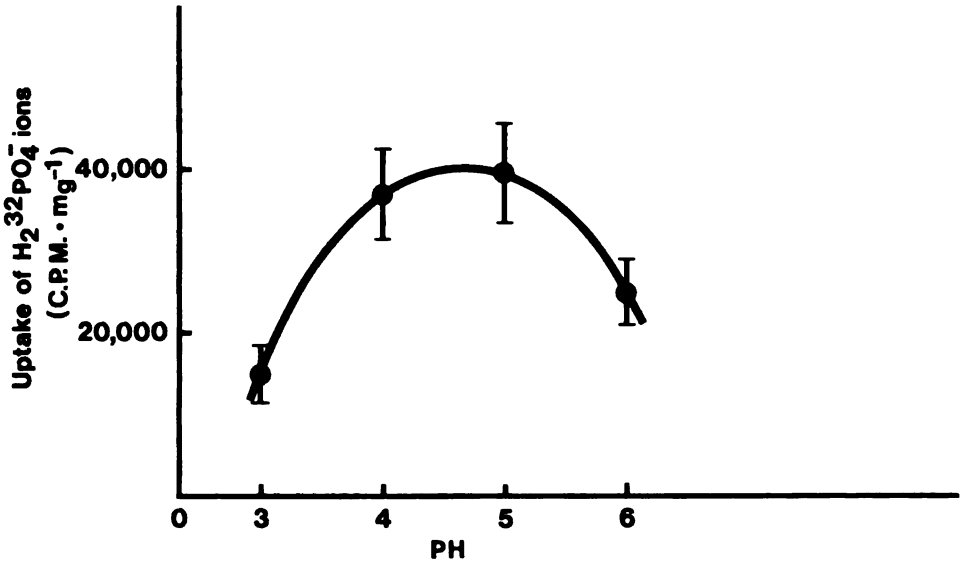


Figure 1. Relationship between pH and uptake of $H_2{}^{32}PO_4$ ions by brown ectomycorrhizae of *Abies balsamea*.

Results

EFFECT OF PH ON THE ABSORPTION

Four sets of seven replicates, each containing 35-40 mycorrhizal root tips, were treated with 65 μCi of (^{32}P), which represents about 0,0217 $\times 10^{-9}$ *M* H_2PO_4 at 21° C for 2,5 hours. The pH were adjusted to 3,0, 4,0, 5,0 and 6,0 with the phthalate buffer.

The optimum pH for absorption of $H_2{}^{32}PO_4$ was around 4,5 (Fig. 1). The absorption was active at PH 3,0 where the accumulation was about 50% of the optimum. At pH 6,0 absorption was still considerable. A pH of 4,2 was adopted for further experiments.

EFFECTS OF TEMPERATURE ON ABSORPTION

Four sets of eight replicates, each containing 30-35 mycorrhizal root tips, were treated with 115 μCi of (^{32}P), which represents 0,038 $\times 10^{-9}$ M $H_2{}^{32}PO_4$, at pH 4,2 for 2,5 hours. The four groups were incubated at 5°, 15°, 25° and 35° C *respectively. The* absorption increased *up to 25° C (Fig.* 2) and decreased moderately between 25° and 35° C; the difference between 25° and 35° C was significant with a probability of error (PE) of less than 5%, whereas it was significant with a PE of less than 1% between 5° and 15° C and 15° and 25° C.

EFFECTS OF PHOSPHATE CONCENTRATIONS ON ABSORPTION

Four sets of eight replicates, each containing 30-35 mycorrhizal root tips, were treated at pH 4,2, at 25° C for 2,5 hours. The concentrations of (^{32}P) were 0,032, 0,097, 0,145, 0,177 $\times 10^{-9}$ M (P), corresponding to 100, 300, 450 and 500 μCi/1 respectively (Fig. 3).

The relationship between the concentration in the solution and absorption was linear for the range of concentrations used. The results showed that reproducible and precise results can be obtained by using very low concentrations of H_2PO_4.

COMPARISON OF ABSORPTION OF PHOSPHATE BY DIFFERENT TYPES OF MYCORRHIZAE

Four sets of 5 replicates, each containing 30-35 mycorrhizal root tips,

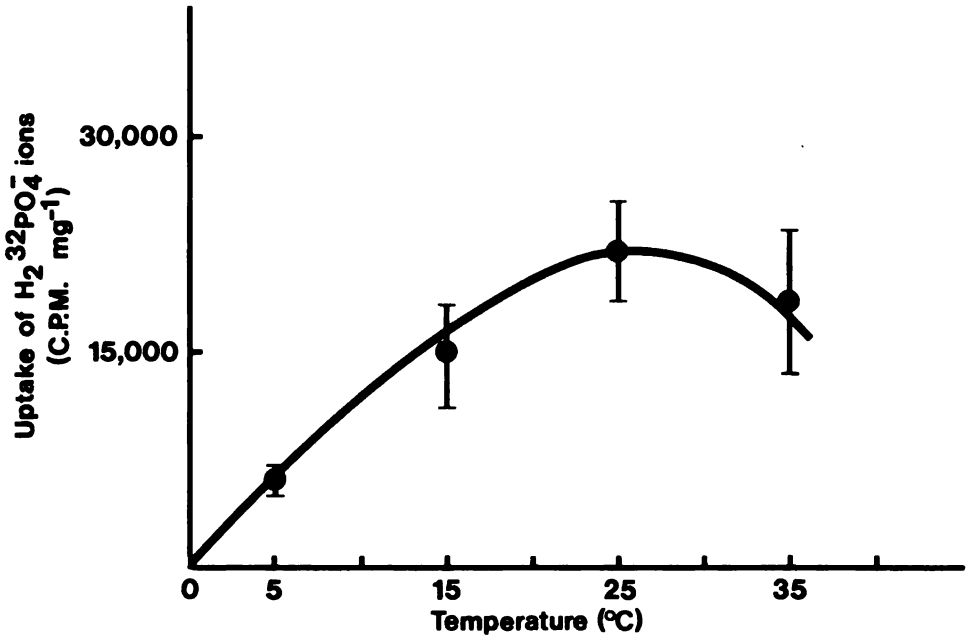


Figure 2. Relationship between temperature and uptake of $H_2{}^{32}PO_4$ ions by brown ectomycorrhizae of *Abies balsamea*.

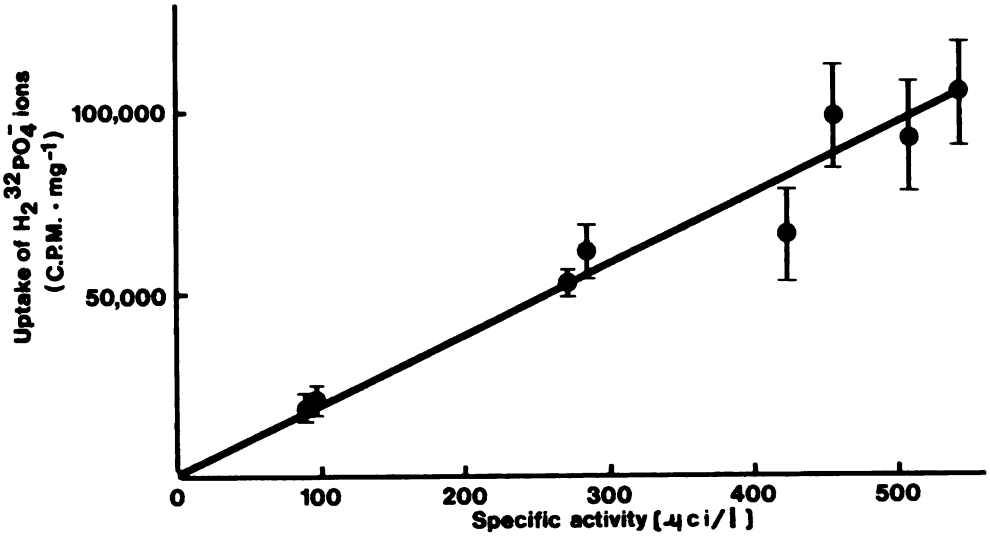


Figure 3. Relationship between uptake of $H_2{}^{32}PO_4$ ions by brown ectomycorrhizae of *Abies balsamea* and specific activities.

were treated with 500 μCi of (^{32}P) at pH 4,5 at 25° C for 2,5 hours. Each experimental set contained a different type of mycrorrhizae. This included the brown mycorrhizae used in all previous experiments, the jet-back mycorrhizae formed by *C. graniforme*, yellow mycorrhizae and white mycorrhizae (Table I).

The absorption of $H_2{}^{32}PO_4$ by yellow mycorrhizae was the most active, their absorption being 10 times greater than that of brown mycorrhizae. White mycorrhizae were the second most active type with a threefold increase over brown mycorrhizae. Finally black mycorrhizae were the least active, their absorption being about 60% of that of brown mycorrhizae. All the differences were significant with a PE of under 2%.

TABLE I

Comparative absorption of $H_2{}^{32}PO_4$ by the four prevailing types of ectomycorrhizae of *Abies balsamea* at pH 4,2 and 25° C

Type of mycorrhizae	*Number of replicates*	*CPM. mg* $^{-1}$ $\bar{x} \pm \sigma$	*Student's test**
Brown	5	217,2 ± 68,6	a
Black	5	129,9 ± 25,1	b
White	5	661,4 ± 344,6	c
Yellow	5	2118,6 ± 467,5	d

* t - test ab, ac < 2%
ad, bc, db < 1%

Conclusions and discussion

The results obtained have shown that the absorption of H_2PO_4 ions from solution by freshly excised forest grown extomycorrhizae of *A. balsamea* was affected by the temperature and the pH of the solution as well as by the type of mycorrhizae involved. They have also showed that the mycorrhizae of *A. balsamea* can absorb H_2PO_4 ions from extremely diluted solutions.

The ability of balsam fir ectomycorrhizae to absorb H_2PO_4 at low temperatures is striking. Their efficiency was still 30% and 50% of the optimum at 5° and 10° C respectively. The optimum absorption was around 25° C, a temperature which is very rarely attained in the soil under the forest canopy. No comparisons have been made between the absorption efficiency of different types of mycorrhizae at different temperatures, but there could well be some differences depending on the species of ectomycorrhizal fungi involved.

The results obtained here do not make it possible to say whether the movement of phosphate ions from the fungal mantle to the cortex of the roots follows the same pattern according to the temperature. One way to find out would be to compare the temperature response curve for absorption of H_2PO_4 by mycorrhizal and non-mycorrhizal roots of *A. balsamea* produced under controlled conditions. Differences are possible since Harley and Brierley (1955) and Bowen (1973) showed that the two processes, namely the absorption into the mantle and movement from the mantle into the roots, are two distinct physiological processes, the first being exclusively controlled by the fungus provided that the source of energy is not a limiting factor.

For *F. sylvatica*, Harley and McCready (1950) found the absorption of H_2PO_4 to be optimum around pH 5,5 on a fresh weight basis, both for mycorrhizal and non-mycorrhizal roots; for *A. balsamea* ectomycorrhizae, the optimum absorption that we have obtained was around 4,5 on a dry weight basis. Not only was the optimum absorption shifted one unit of pH lower, but the range of activity was also different. One of the curves shown by Harley and McCready (1950) suggests that virtually no absorption took place at pH 3,0, whereas the absorption by A. balsamea mycorrhizae

under the conditions that we used was still 50% of the optimum. Once again, optimal pH conditions for absorption into the mantle are not necessarily the same as those that would favor movement from the fungus into the host.

No measurements have been made to compare the pH response curves of mycorrhizal and non-mycorrhizal roots, but one could expect that in the absence of fungus, the absorption of H_2PO_4 at pH 3,0 by bare roots would be greatly reduced. No attempts have been made to compare the pH response curves for the different types of mycorrhizae. This question also warrants further consideration.

During the experiments we have used $H_2{}^{32}PO_4$ varying from $0{,}02 \times 10^{-9}$ to 0.18×10^{-9} M, all P being in the radioactive form. It is possible that some ions were adsorbed on the flask walls but Figure 3 shows that this did not significantly affect the results. However one could object that the concentrations used were far from those usually present in the soil solution and do not reproduce the natural conditions in physiological activity. The H_2PO_4 concentration in the soil solution of raw humus is usually determined from dried soil samples from which the plant material, including the phosphorus-rich mycorrhizae, are not systematically removed. The values obtained as analysed by Truog's method are around 10^{-4} M but one cannot say that this is an accurate measure of the actual concentration of H_2PO_4 ions in "living" soil solution. Sanders and Tinker (1973) found a concentration of 5×10^{-6} M H_2PO_4 in the solution of a garden soil. The ability of *A. balsamea* mycorrhizae to extract phosphorus from very dilute solutions (10^{-9} M) suggests that the soil solution concentration of H_2PO_4 could be even more diluted in forest soils.

Comparison between different groups of mycorrhizae showed marked differences in their potential absorption. This was pointed out by Mejstrik (1970). The results showed that brown mycorrhizae were not the most active, at least during the growing season when the experiments were performed. It could be seen, while performing the last group of experiments, that their activity was several times lower during the fall than in midsummer. The results reported here, as well as those of several preliminary experiments, suggest very strongly that absorption of H_2PO_4 is almost inactive during spring and fall but reaches a maximum in midsummer. This fluctuation could not be explained as a direct effect of temperature on the absorption process itself and warrants further consideration.

The *C. graniforme* mycorrhizae were much less active than the brown mycorrhizae and several reasons for this can be invoked. It is possible, as suggested by Mejstrik (1970), that black mycorrhizae feed on organic phosphorus rather than on mineral phosphorus. It is also possible that optimum temperature and pH conditions for that specific symbiont were not respected in our experiments, and these mycorrhizae could also have their own annual cycle of activity.

Yellow and white mycorrhizae were the most active. They were also the youngest since they appeared in abundance in the forest humus only at the end of the growing season (September) when the study to compare the different types of mycorrhizae was conducted.

Upon careful examination of the results presented in Table I, a large variation can be observed in each group of roots and this may suggest that such results are not reproducible. However, this large variation, especially for the white and yellow types of mycorrhizae, could be due to morphological variation

within each group. Nevertheless recent experiments showed that the absorption magnitude and the intertype ratio of ectomycorrhizae remain valid and reproducible.

The ectomycorrhizal flora associated with the roots of *A. balsamea* appears to be well adapted to the prevailing soil pH and temperature conditions in their habitat. This study recommends being very careful when introducing exotic species of ectomycorrhizal fungi. As one of the main functions of ectomycorrhizae is to improve the absorption of phosphorus, when introducing trees in northern areas, the fungi chosen should be able to perform this operation under the low temperatures and low pH values prevailing in the soils to be reforested.

References

BOULLARD, B., 1968. Les Mycorrhizes. — Coll. de monographies de Botanique et de Biologie végétale. — Monogr., N° 2, 135 p.

BOWEN, G. D., 1973. Mineral nutrition of ectomycorrhizae, p. 151-205. *In*: G. C. Marks and T. T. Kozlowski (eds), Ectomycorrhizae, their ecology and physiology. Academic Press, N. Y. 444 p.

BOWEN, G. D. and C. THEODOROU, 1967. Studies on phosphate uptake by mycorrhizas. — Proc. Int. Union Forest Res. Organ., 14th, 1967, Vol. 5, 116-138.

CSSC, 1970. Proceedings of the eighth meeting of the Canada Soil Survey Committee. — Held at Central Exp. Farm, Ottawa.

GRANDTNER, M. M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. — Presses Univ. Laval, Québec.

HARLEY, J. L. and C. C. McCREADY, 1950. The uptake of phosphate by excised mycorrhizal roots of the beech (I). — New Phytol., 49: 388-397.

HARLEY, J. L. and C. C. McCREADY, 1952. The uptake of phosphate by excised mycorrhizal roots of the beech. II. Distribution of phosphate between host and fungus. — New Phytol., 51: 56-64.

HARLEY, J. L. and J. K. BRIERLEY, 1954. Uptake of phosphate by excised mycorrhizal roots of the beech. VI. Active transport of phosphorus from the fungal sheath into the host tissue. — New Phytol., 53: 240-252.

HARLEY, J. L. and J. K. BRIERLEY, 1955. The uptake of phosphate by excised mycorrhized roots of the beech. VII. Active transport of ^{32}P from fungus to host during uptake of phosphate from solution. — New Phytol., 54: 296-301.

LANGLOIS, C. G., 1977. Étude bio-écologique des radicelles ectomycorrhiziennes d'*Abies balsamea* (L.) Mill. — Thèse de maîtrise N° 3629, Univ. Laval, Québec. 127 p.

MARKS, G. C. and T. T. KOZLOWSKI (eds), 1973. Ectomycorrhizae, their ecology and physiology. — Academic Press, N. Y., 444 p.

MEJSTRIK, V., 1970. The uptake of ^{32}P by different kinds of ectotrophic mycorrhiza of Pinus. — New Phytol., 69: 295-298.

PLAMONDON, A. P. et M. M. GRANDTNER, 1975. Microclimat estival d'une sapinière à *Hylocomium* de la forêt Montmorency. — Naturaliste can., (102) 1: 73-87.

SANDERS, F. E. and P. B. TINKER, 1973. Phosphate flow into mycorrhizal roots. — Prest. Sci., 4: 385-395.

COMMUNICATIONS BRÈVES

ACTION ANTIJUVÉNILISANTE DU PRÉCOCÈNE I SUR *SCHISTOCERCA GREGARIA* (FORSK.)

R. CHÊNEVERT, R. PAQUIN

Département de chimie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval.

J.-M. PERRON

Département de biologie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval.

Résumé

Lorsqu'administré à des jeunes stades IV de *Schistocerca gregaria*, le précocène I produit des métamorphoses anticipées, une stérilisation et une modification de la pigmentation des insectes. Les adultiformes obtenus sont tous du même type.

Abstract

Precocene I applied to young fourth instar nymphs of *Schistocerca gregaria* induce precocious metamorphis and sterilization and pigmentation change. Adultiforms obtained are all the same type.

La découverte récente de substances antijuvénilisantes dans les plantes appartenant au genre *Ageratum* et de leurs effets sur plusieurs groupes d'insectes (Bowers *et al.*, 1976) permet d'entrevoir de nouvelles avenues tant dans la lutte contre les espèces nuisibles que dans les études plus approfondies sur le fonctionnement de certains mécanismes endocriniens des insectes.

Les travaux effectués avec le dérivé le plus actif, le précocène II (diméthoxy -6, 7 diméthyl -2, 2 chromène), ont démontré qu'il pouvait produire des métamorphoses anticipées et la stérilisation des insectes (Bowers *et al.*, 1976; Pener *et al.*, 1978). L'induction de la diapause, l'inhibition de l'embryogenèse (Bowers *et al.*, 1976) et son action sur la pigmentation du tégument des insectes (Pener *et al.*, 1978) furent également signalées.

Bien que nos connaissances soient loin d'être complètes sur la mode d'action du précocène II, des travaux ont cependant démontré qu'il inhibait la biosynthèse de l'hormone juvénile (Pratt et Bowers, 1977) et causait l'atrophie des corps allates (CA) (Pener *et al.*, 1978). Les tissus sensibles à l'hormone juvénile ne semblent pas être affectés (Bowers *et al.*, 1976; Pener *et al.*, 1978).

L'activité de ces substances antijuvénilisantes les plus connues semble différer énormément puisque les travaux de Bowers *et al.* (1976) ont démontré que le précocène II était dix fois plus actif que le précocène I. Dans nos travaux préliminaires sur l'inhibition de l'hormone juvénile avec ces produits, nous avons noté chez *Schistocerca gregaria* (Forsk.) que le précocène I était plus actif que le précocène II. Cette note

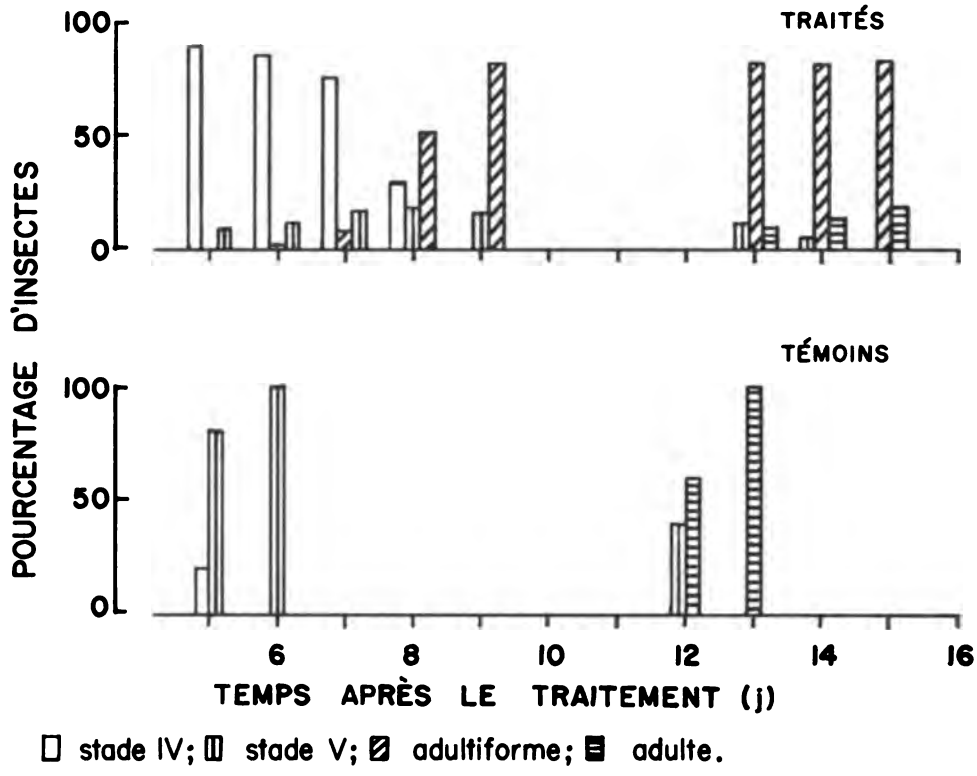


Figure 1. Effets du précocène I sur la mue et la métamorphose de *Schistocerca gregaria* (Forsk.)

ne présente que nos observations avec le précocène I.

Le précocène I (méthoxy -7 diméthyl 2, 2 chromène) (Aldrick Co.), en solution dans l'acétone (1:50 p/v), a été appliqué sur la partie ventrale de l'abdomen de 20 larves de stade IV âgées de 0-24 h à raison de 800 ug/insecte. Le groupe d'insectes témoins a reçu de l'acétone. Les insectes en phase grégaire ont été maintenus à une température de 28° C, à une humidité relative de 45% et à une photophase de 12 heures. L'expérience a été répétée sur 25 larves de même âge et dans les mêmes conditions d'élevage.

Les résultats de ces expériences démontrent que le précocène I a une action antijuvénilisante marquée lorsqu' administré en quantité suffisante, à des *jeunes stades* IV de *S. gregaria*. La figure 1 montre que tous les insectes traités subissent un retard à la mue d'environ trois jours et que 80% se transforment en adultiformes permanents. Les quelques individus qui se sont transformés en stade V ont subi par la suite une mue imaginale normale. Aucun effet toxique du précocène I n'a été noté chez les animaux traités.

Les adultiformes obtenus sont tous du même type (fig. 2); les deux paires d'ailes sont retournées sur l'abdomen de l'insecte et la première paire est superposée à la deuxième. Contrairement à ce qui avait été observé chez *L. migratoria* traité au précocène II (Pener *et al.* 1978), aucun adultiforme possédant des caractères adultes légers n'a pu être produit à la concentration de précocène I utilisée. Ce fait peut être dû au mode d'action différent des deux substances antijuvénilisantes, aux différences qui existent dans le fonctionne-

Figure 2. Adultiformes (A) et adultes (B) de *Schistocerca gregaria* (Forsk.).

ment hormonal des deux espèces ou à l'âge des larves au moment du traitement.

Les quelques adultes obtenus à la suite du traitement au début du stade IV ont conservé leur coloration juvénile et n'ont montré aucune activité sexuelle. La dissection de ces individus 20 jours après la mue adulte a montré qu'aucun dépôt de vitellus n'avait eu lieu dans les ovaires et que les corps allates étaient comparables aux témoins. Des travaux sont en cours pour démontrer l'action du précocène I à des doses plus faibles sur la métamorphose et la reproduction de *S. gregaria*.

Références

BOWERS, W. S., T. OHTA, J. S. CLEERE and P. A. MARSELLA, 1976. Discovery of insect anti-juvenile hormones in plants. — Science, 193: 542-547.

PENER, M. P., L. ORSHAN and J. DE WILDE, 1978. Precocene II causes atrophy of corpora allata in *Locusta migratoria*. — Nature, 272: 350-353.

PRATT, G. E. and W. S. BOWERS, 1977. Precocene II inhibits juvenile hormone biosynthesis by cockroach corpora allata in vitro. — Nature, 265: 548-550.

THE METAZOAN PARASITES OF TWO SPECIES OF FISH FROM THE PORT-CARTIER-SEPT-ILES PARK, QUÉBEC

Patsy-Ann THOMPSON[1] and William THRELFALL

Department of Biology, Memorial University,
St. John's, Newfoundland, Canada,
A1B 3X9

Résumé

Trente-trois spécimens d'*Esox lucius* et 39 de *Salvelinus fontinalis* ont été récoltés en 1975 et 1976 dans trois sites de la région de Port-Cartier et Sept-Îles, au Québec. L'auteur a recherché les parasites métazoaires chez ces poissons et présente les données sur l'incidence et l'intensité de l'infection pour chaque espèce de parasite.

Abstract

Thirty-nine *Esox lucius* and 39 *Salvelinus fontinalis* were collected, at three sites in the Port-Cartier-Sept-Îles Park area, Québec, in 1975 and 1976, and examined for metazoan parasites. Details are given of the prevalence and intensity of infection with each of the parasite species found.

Choquette (1947, 1948a, 1948b, 1951, 1955), Hanek and Molnar (1974) and many other workers have performed extensive parasitological investigations on fish from Québec. No work, however, has been done in the Port-Cartier-Sept-Iles Park region. Therefore, a study was initiated in 1975 to determine the metazoan parasite fauna of *Esox lucius* and *Salvelinus fontinalis* in this region and to compare the results obtained with those of previous workers in nearby areas.

A total of 39 *E. lucius* were taken from the Sainte-Marguerite river (50°12'N 66°40'W), in the periods June — August 1975 (20 fish) and 1976 (19 fish), while 39 *S. fontinalis* were collected at 3 sites in July and August, 1976 (Brochu river, 50°07'N 66°44'W, 7 fish: Sainte-Marguerite river, 3 fish: Aux Rochers river, 50°04'N 66°58'W, 29 fish).

The fish were measured (standard length), weighed, aged (using scales) and sexed and then examined for parasites using conventional parasitological techniques (Fernando *et al.*, 1972). Some specimens were examined immediately after capture; others were deep frozen and flown to Memorial University, where they were kept in deep freezes for later examination. Individual parasites were counted as they were collected, and prepared for examination and identification by the methods outlined in Fernando *et al.* (1972). Statistical analyses were performed on the data (2 × 2 and 2 × c contingency tests).

Seven genera of parasites (2 of Digenea, 2 of Cestoda, 2 of Nematoda, 1 of Acanthocephala) were recovered from the fish autopsied (Table I and II).

Twenty-five (64 percent) of the *E. lucius* examined contained parasites,

[1] Present address: 16 rue Ti-basse, Port-Cartier, Québec.

TABLE I

Details of infection of *Esox lucius* with metazoan parasites.

Parasite	*Number (%) fish infected*	*Mean no. parasites per infected fish*	*Range of parasite numbers per infected fish*	*Locations* in fish*
Triaenophorus crassus Forel, 1868	2(5)	2	1-2	2
Proteocephalus pinguis La Rue, 1911	16(41)	14	1-67	1,2
Proteocephalus sp. (immature) (probably *pinguis*)	5(13)	15	3-34	1
Raphidascaris canadensis Smedley, 1933	2(5)	2	1-4	2

* 1, stomach; 2, small intestine

TABLE II

Details of infection of *Salvelinus fontinalis* with metazoan parasites.

Parasite	*Number (%) fish infected*	*Mean no. parasites per infected fish*	*Range of parasite numbers per infected fish*	*Locations* in fish*
Brachyphallus crenatus (Rudolphi, 1802 (as in Table I)	2(5)	10	2-18	1,2
Crepidostomum farionis (Muller, 1784)	16(41)	13	1-50	1,2,3
Proteocephalus sp. (immature) (probably *P. tumidocollus* Wagner, 1953)	2(5)	1	1	1
Metabronema salvelini (Fujita, 1922)	31(80)	11	1-50	1,2,3
Metechinorhynchus lateralis (Leidy, 1851)	7(18)	8	2-16	4

* 1, stomach; 2, small intestine; 3, pyloric caeca; 4, large intestine (rectum)

the number of species per infected fish ranging from 1 to 2 (mean 1), while 38 (97 percent) of the *S. fontinalis* were infected with representatives of 5 helminth species (range 1-3; mean 1 per infected fish).

Some of the parasites found are worthy of further comment. *Brachyphallus crenatus*, a marine digenean, was found only in two gravid, female sea-run trout, from the Brochu river, while *C. farionis* was found most frequently, and in largest numbers, in adult male and female *S. fontinalis*, with a lower prevalence and intensity of infection being seen in immature fish.

The low incidence and intensity of parasitism by *T. crassus* in the Sainte-Marguerite river (2 male *E. lucius*, 3 cestodes found) can be attributed to two factors. Firstly, this helminth reaches maturity, releases its embryos and dies in the spring, thus the probability of finding mature parasites in mid-June and early July is quite low, and secondly the availability of the fish intermediate hosts of this cestode (Miller, 1952) e.g. *Leucichthys artedi*, *L. tullibee* and *Corego-*

nus clupeaformis, in the Sainte-Marguerite river is also low. Analysis of stomach contents of a number of pike showed that the most common prey species was the longnose sucker *(Catastomus catastomus)*; this fish is not known to harbor the plerocercoid of *T. crassus* (Miller, 1952).

The number of parasite species found in the present study is somewhat lower than that found by Hanek and Molnar (1974), Hicks and Threifall (1973) and Threifall and Hanek (1970) who worked in Québec and neighbouring Labrador. This discrepancy may be due to differences in the availability of certain intermediate hosts and/or differences in diet of the fish at the different sample sites. No differences were noted in the different size, age, weight and sex classes of the hosts.

We wish to thank Mr. Erik Tokar, and the Compagnie Rayonier Québec, who gave the senior author access to their laboratory in 1976.

References

CHOQUETTE, L.P.E., 1947. *Phyllodistonum lachancei* sp. nov., a trematode from the ureters of *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), with a note on its pathogenicity. — Can. J. Res., (D) 25: 131-134.

CHOQUETTE, L.P.E., 1948a. Parasites of freshwater fish. IV. Internal helminths parasitic in speckled trout *Salvelinus fontinalis* Mitchill in rivers and lakes of the Laurentide Park, Quebec, Canada. — Can. J. Res., (D) 26: 204-211.

CHOQUETTE, L.P.E., 1948b. On the species of the genus *Metabronema* Yorke and Maplestone, 1926, parasitic in trout and char. — Can. J. Res., (D) 26: 329-333.

CHOQUETTE, L.P.E., 1951. Parasites of freshwater fish. V. Parasitic helminths of the muskallunge, *Esox m. masquinongy* Mitchill, in the St. Lawrence watershed. — Can. J. Zool., 29: 290-295.

CHOQUETTE, L.P.E., 1955. The life history of the nematode *Metabronema salvelini* (Fujita, 1920) parasitic in the speckled trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), in Quebec. — Can. J. Zool., 33: 1-4.

FERNANDO, C. H., J. L. FURTADO, A. V. GUSSEV, G. HANEK and S. A. KAKONGE, 1972. Methods for the study of freshwater fish parasites. — Univ. Waterloo Biol. Ser. N° 12, 76 p.

HANEK, G. and K. MOLNAR, 1974. Parasites of freshwater and anadromous fishes from Matamek River system, Quebec. — J. Fish. Res. Bd Can., 31: 1135-1139.

HICKS, F. J. and W. THRELFALL, 1973. Metazoan parasites of salmonids and coregonids from coastal Labrador. — J. Fish. Biol., 5: 379-415.

MILLER, R. B., 1952. A review of the *Triaenophorus* problem in Canadian lakes. — Fish. Res. Bd. Can., Bull. N° 95, 42 p.

THRELFALL, W. and G. HANEK, 1970. Helminths from northern pike (*Esox lucius* L.) in Labrador. — J. Parasitol., 56: 662.

ALBINISME CHEZ LES RATS MUSQUÉS *(ONDATRA ZIBETHICUS)* AU NOUVEAU-BRUNSWICK

Louis LAPIERRE

Département de biologie, Université de Moncton, Moncton, N.B. E1A 3E9

L'albinisme est relativement fréquent chez les mammifères sauvages mais très peu de cas sont rapportés chez les rats musqués *(Ondatra zibethicus).* Errington (1942) a rapporté la capture d'un rat musqué albino au Iowa. Aldous (1947) a rapporté la capture au Maryland de deux jeunes albinos. La littérature ne relève aucun cas d'albinos chez les rats musqués au Nouveau-Brunswick. Il nous apparaît intéressant de décrire le rat musqué albino capturé au Nouveau-Brunswick.

Deux rats musqués albinos *(Ondatra zibethicus)* un male et une femelle furent capturés les 25 et 26 avril 1978 lors de la saison régulière de piégeage du printemps dans les marais de Memramcook. Les marais de Memramcook sont situés à 22 kilomètres au sud-est de Moncton, N.B. et ils recouvrent une superficie de 40 kilomètres le long de la rivière de Memramcook.

Les deux spécimens furent capturés à six mètres de l'unique hutte qui se situait à l'intérieur d'un petit étang de 2000 mètres carré. L'étang était complètement entouré de quenouilles *(Thypha latifolia)* et de scirpe *(Scirpus maritimus).*

Le mâle pesait 1078 g avec une longueur corporelle de 570 mm, la femelle pesait 1239 g avec une longueur corporelle de 610 mm. Aucune cicatrice placentaire ne fut visible et un examen de l'utérus ne révéla aucune indice d'accouplement antérieur. Le pelage, normalement brun foncé, était blanc crème; la dépigmentation était complète et les deux spécimens avaient les yeux roses.

Les deux spécimens sont entreposés dans la collection de mammifères du département de biologie de l'Université de Moncton.

Références

ALDOUS, Shaler E., 1946. Live trapping and tagging muskrats. — J. Wild. Mgmt, 10 42-44.

ERRINGTON, Paul L., 1942. On the analysis of productivity in populations of higher vertebrates. — J. Wild. Mgmt, 6(2): 165-181.

GREEN, D. D., 1947. Albino coyotes are rares. — J. Mammal., 28: 63.

PETERSON, R. L., 1966. The mammals of Eastern Canada. — Oxford University Press.

MARIE-VICTORIN, F., (1964). Flore Laurentienne. — Presses de l'Université de Montréal.

SQUIRES, A. The mammals of New Brunswick. — New Brunswick Museum.

REVUE DES LIVRES

MOREAU, C., 1978. **Larousse des Champignons.** Librairie Larousse, Paris. 328 p., plusieurs centaines de photos en couleurs, dessins schématiques et tableaux. 21 × 26 cm. Relié, $42,85.

La publication de descriptions des champignons, accompagnées de gravures sur bois, remonte presque à l'invention de l'imprimerie au 15e siècle et démarre surtout avec les ouvrages de Mattioli (1560), l'Obel (1581) et Lécluse (1601). Depuis lors, paraissent dans le monde un nombre sans cesse croissant de livres de vulgarisation illustrés de croquis, d'aquarelles et enfin de photographies en couleurs, outre les travaux de plus haute portée scientifique. En Europe, notamment en France, chaque grande maison d'édition présente le sien, généralement très attrayant par la qualité de plus en plus grande des vignettes en couleurs, reproduisant les principales espèces de champignons comestibles et vénéneux de chaque région. Ailleurs dans le monde, en particulier en Amérique du Nord, la même tendance se manifeste par la publication d'ouvrages du même type également bien illustrés. Aussi, en offrir un autre dans le même sillon peut sembler superfétatoire. Or, la Librairie Larousse, de Paris, a relevé le défi d'originalité en éditant un volume avec ses particularités et qui ne fait pas double emploi.

Son auteur, Claude Moreau, mycologue, phytopathologiste et mycotoxicologue français, qui a collaboré à la préparation de « La Vie des Plantes » (1955) du même éditeur, s'est acquis une réputation internationale par ses recherches et ses publications nombreuses, surtout sur les mycotoxicoses causées par les moisissures. Je l'ai connu, il y a tout juste 50 ans, lorsque je suivais les travaux pratiques sur les champignons, en Auvergne, sous la direction de ses parents, M. et Mme Fernand Moreau, deux mycologues de grand renom. Au Muséum d'histoire naturelle, à Paris, puis à l'Université de Bretagne occidentale, à Brest, en compagnie de son épouse Mireille Moreau, également bien connue par ses travaux sur les maladies vasculaires des plantes, il poursuit ses recherches et rédige des textes qui dénotent l'étendue de sa longue expérience.

Dans le présent ouvrage, admirablement illustré de photographies en couleurs et de croquis schématiques, préparés par les services iconographiques de cette célèbre maison d'édition, on a choisi de présenter les sujets traités selon un ordre alphabétique, une formule traditionnelle dans cette entreprise. Précédé d'une partie générale sur la nature et le rôle des *Fungi* ou Mycètes dans la nature, ce dictionnaire des champignons offre aux lecteurs non spécialisés des descriptions simplifiées et des commentaires pertinents sur quelques certaines d'espèces comestibles ou vénéneuses, communes en Europe. Mais ce qui distingue nettement ce livre des autres du même genre, c'est assurément la place que l'auteur a donnée aux organismes du même groupe d'êtres qui causent des affections graves des plantes, des animaux et de l'homme, qui détruisent ou altèrent le bois, les aliments et autres matériaux, qui peuvent engendrer des intoxications humaines ou animales, sans oublier les espèces utiles à l'industrie (levures et autres) et à la pharmacologie (pénicilline, etc.). Au total, cette très belle publication se révèlera d'une grande utilité non seulement aux mycologues amateurs et même professionnels, mais aussi à ceux qui désirent obtenir des informations succintes et au point sur les diverses autres facettes de la mycologie.

René POMERLEAU

1395, parc Champoux
Québec, G1S 1L7

ARMSON, K. A., 1977. **Forest soils: properties and processes.** University of Toronto Press, Toronto and Buffalo. 390 p. 15 × 25 cm. Relié-toile, $25,00.

Armson comble un vide de près de 20 ans en Amérique du Nord avec ce livre général sur les sols forestiers. Il s'adresse d'abord aux forestiers mais aussi à tous ceux qui ont un intérêt pour les sols forestiers.

Les dix premiers chapitres traitent d'informations de base concernant le sol dont les propriétés physiques et chimiques, l'eau, la matière organique, la biologie, la fertilité, la classification et l'inventaire des sols. Différents livres de pédologie sur le marché nord américain couvrent ces sujets plus en profondeur. Notons toutefois que les exemples sont ici forestiers.

La deuxième partie, couvrant les différentes composantes du système sol-forêt, est la plus intéressante et à notre avis, la mieux traitée, particulièrement les chapitres sur les racines et le sol, le feu et le sol et le cyclage des éléments nutritifs.

Le livre est bien présenté avec des photos et des figures de bonne qualité. Les références sont récentes.

C. CAMIRÉ

Département d'écologie et pédologie
Université Laval, Québec

LIVRES REÇUS

GRANHALL, U. (éditeur), 1976. **Environmental role of Nitrogen-fixing blue-green Algae and asymbiotic Bacteria.** *Ecological bulletins*, no 26. Swedish natural science research council, Stockholm. 391 p., ill. 16,5 × 24 cm. Broché, prix non indiqué.

KREBS, Ch. J., 1978. **Ecology**. The experimental analysis of distribution and abundance. 2e édition. Harper & Row, New York. xxii + 678 p., ill. 19 × 24 cm. Relié-toile, $16,95.

MULLER, F. M., 1978. **Seedlings of the Northwestern European lowland.** A flora of seedlings. W. Junk, The Hague, Boston. 654 p., ill. 17,5 × 24,5 cm. Relié-toile, U. S. $73,00.

ORLOCI, L., 1978. **Multivariate analysis in vegetation research.** W. Junk, The Hague, Boston. IX + 451 p., ill. 16 × 24 cm. Relié-toile, U.S. $49,00.

Vente à prix réduit
de collections d'anciens volumes du
NATURALISTE CANADIEN

Les Presses de l'Université Laval sont dans l'obligation de libérer leurs entrepôts de certains surplus de revues. La direction du *Naturaliste canadien* met donc en vente, à prix réduits, des collections d'anciens volumes de la revue, durant une courte période, au tarif suivant:

Volume 60 (1933) à 92 (1965), $8.00 le volume.

Volume 93 (1966) à 104 (1977), $10.00 le volume.

Le volume 101 (1974) est épuisé.

Trois collections d'anciens numéros de 1868 à 1891 (volumes 1 à 20), de la période de Provancher, et de 1894 à 1932 (volumes 21 à 59), de la période de Huard, sont disponibles. Prix sur demande.

Secrétariat de la rédaction
« Le Naturaliste canadien »
Université Laval
Québec. G1K 7P4

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 | Septembre-octobre 1978 | Numéro 5

SOMMAIRE

PAGE, Gladys et Étienne MAGNIN. Quelques aspects de la biologie du méné à nageoires rouges *Notropis cornutus* (Mitchill) d'un lac des Laurentides au Québec 301-308

SALTER, R. E. and R. J. HUDSON. Habitat utilization by feral horses in western Alberta 309-321

WEISS, M. J., C. C. LOAN and R. N. WILLIAMS. Euphorine parasitism of *Stelidota geminata* (Say) (Coleoptera: Nituludidae) with description of a new species of *Microctonus* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae) 323-326

BARRON, J. R. Systematics of the world Eucerotinae (Hymenoptera, Ichneumonidae). Part II. Non-nearctic species 327-374

POULET, S. A., D. COSSA et M. MORISSETTE. Échantillonneur de grand volume d'eau pour l'étude pluridisciplinaire du seston 375-382

BOUCHARD, André et Paul F. MAYCOCK. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois 383-415

LANGLOIS, C. Gilles et J.-André FORTIN. Absorption of phosphorus (^{32}P) by excised ectomycorrhizae of balsam fir *Abies balsamea* (L.) Mill. from low concentrations of $H_2PO_4^-$ 417-424

COMMUNICATIONS BRÈVES:

CHÊNEVERT, R., R. PAQUIN et J.-M. PERRON. Action antijuvénilisante du précocène I sur *Schistocerca gregaria* (Forsk.) 425-427

THOMPSON, Patsy-Ann and William THRELFALL. The metazoan parasites of two species of fish from the Port-Cartier — Sept-Îles Park, Québec 429-431

LAPIERRE, Louis. Albinisme chez les rats musqués *(Ondatra zibethicus)* au Nouveau-Brunswick 433

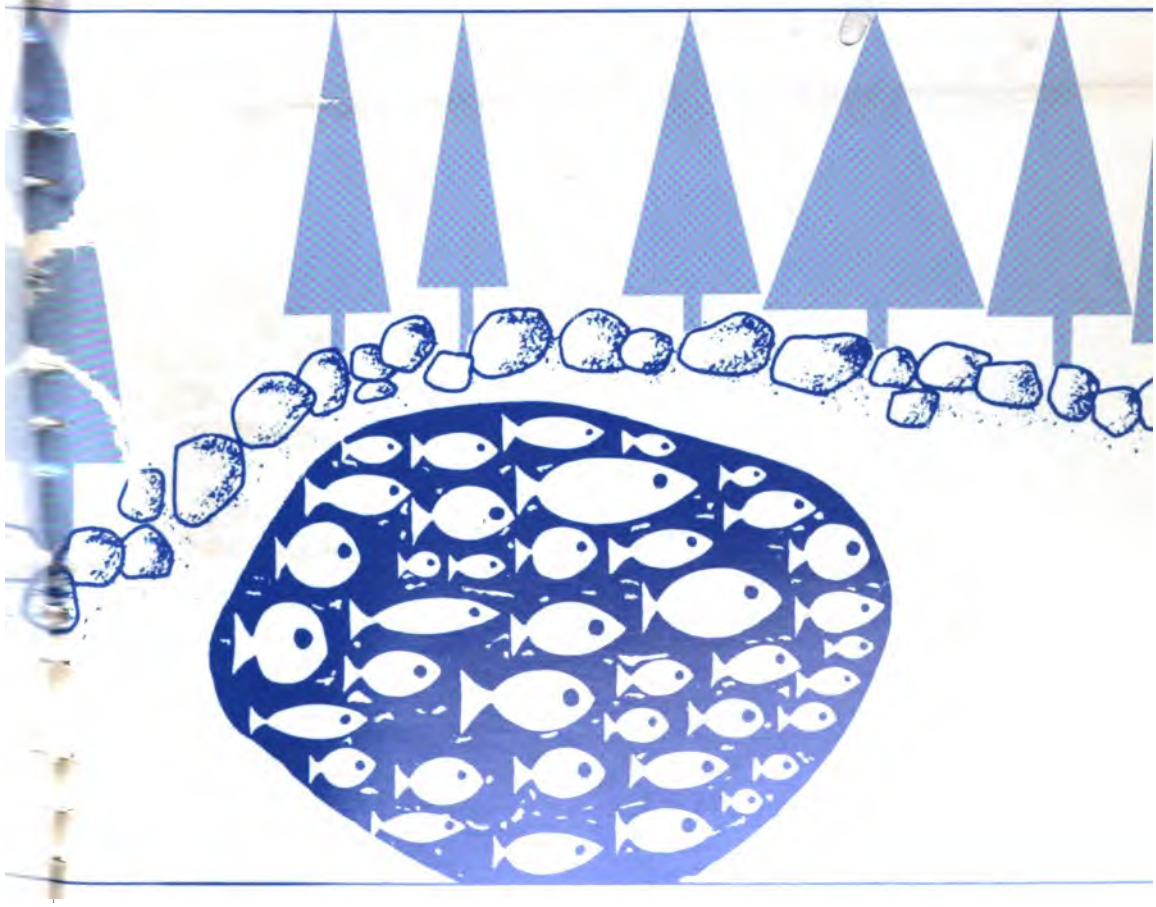
REVUE DES LIVRES 435-436

Museums
Q.1
5
N285
v.105
no.6

Volume 105,
numéro 6,
novembre-décembre 1978

Le naturaliste canadien

revue d'écologie et de systématique



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Presses de l'Université Lav

LE NATURALISTE CANADIEN

CN ISSN 0028-0798

DIRECTEUR
G.-WILFRID CORRIVAULT

DIRECTEUR-ADJOINT
MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION
PIERRE MORISSET

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*
RENÉ BÉIQUE, *Direction générale de la conservation, Ministère des terres et forêts, Québec*
JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie et du commerce, Québec*
BERNARD BERNIER, *Université Laval*
PAUL BERTHET, *Faculté des sciences de Lyon*
PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*
MICHEL DELSOL, *Faculté catholique de Lyon*
LLOYD M. DICKIE, *Institut d'océanographie, Université Dalhousie, Halifax*
ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*
PAUL GERVAIS, *Université Laval*
ROGER HEIM, *Muséum national d'histoire naturelle de Paris*
WILLIAM S. HOAR, *Université de la Colombie-Britannique*
ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*
VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*
ERNEST LEPAGE, *Saint-Simon, Rimouski*
TREVOR PLATT, *Laboratoire d'écologie marine, Institut océanographique de Bedford, Dartmouth, N. E.*
GASTON MOISAN, *Service de la faune du Québec*
W.E. RICKER, *Office des recherches sur les pêcheries du Canada*
D. M. ROSS, *Université d'Alberta*
HENRI TINTANT, *Faculté des sciences de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction):

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec G1K 7R4

Abonnement annuel

personnel: $17.00 — collectif: $34.00 — le numéro: $4.00
Étranger: $19.00 (multi-user) — numéros spéciaux: $10.00

Publication bimestrielle de l'Université Laval, LE NATURALISTE CANADIEN accepte des **articles inédits**, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée (agronomique, forestière), de la systématique, de la morphologie ou des sciences de la terre.

De brèves **communications scientifiques** seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas excéder 1,500 mots, titre et bibliographie compris.

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétariat de la rédaction**, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Québec G1K 7P4, Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Conseil national de recherches du Canada et du Ministère de l'éducation du Québec.

Répertorié dans Current Contents, Biological Abstracts et Périodex.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768

Dépôt légal — Troisième trimestre 1978. Bibliothèque nationale du Québec — Bibliothèque nationale d'Ottawa

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 105 Novembre-décembre 1978 Numéro 6

DEER AND BROWSE DISTRIBUTION BY COVER TYPE IN THE CHERRY RIVER WINTERING AREA, QUÉBEC

François POTVIN

Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche
Direction de la recherche faunique, Orsainville, Québec G1G 5E5

Résumé

D'une superficie de 350 ha, le ravage de Cherry River a abrité 28 ± 7 cerfs en 1974-75, distribués dans six types principaux de couvert. Les terres agricoles abandonnées étaient le type de couvert le plus abondant et également le plus productif en nourriture (74 pour cent du brout disponible). Toutefois, le cerf a passé 75 pour cent de la période hivernale dans les types résineux et mélangé qui au total ne représentent que 26 pour cent de la superficie et ne produisent que 10 pour cent du brout disponible. Des recommandations d'aménagement sont formulées pour modifier la dispersion actuellement non favorable de la nourriture.

Abstract

The 350 ha Cherry River wintering area supported 28 ± 7 deer in 1974-75, distributed in six major cover types. Abandoned land was the most common as well as the most productive cover type (74 percent of available browse). But deer spent 75 percent of the winter period in the coniferous and mixed types which together made up only 26 percent of the area and contained only 10 percent of the browse available. Management recommendations likely to improve the currently unfavourable browse dispersion are formulated.

Introduction

The importance of wintering areas for the survival of white-tailed deer *(Odocoileus virginianus borealis* Zimmermann) at the northern limit of its range is well known: these areas are characterized by good coniferous cover giving protection against the adverse climate and an abundant shrub layer providing browse (Huot, 1974; Banasiak, 1961). Cover types dominated by conifer support the highest deer densities but usually contain very little browse. To properly manage the habitat of a wintering area it is therefore necessary to evaluate the importance of each cover type as regards to deer frequentation and browse availability. Since deer venture only a limited distance from cover when snow impedes movement, a high degree of interspersion of cover types will increase capability so that the spatial distribution is equally important.

This study was conducted in 1975 in the Cherry River wintering area, Québec. We measured 1) the relative importance and spatial distribution of the principal cover types in the yard, 2) the distribution of deer in the winter in relation to the cover types and 3) the browse availability and utilization in each cover type. Our aim was to evaluate the overall qua

ity of the wintering area and to propose appropriate forest management practices.

Study area

The Cherry River wintering area is located 30 km west of Sherbrooke, in the Southern Québec deer region. General exposure is southerly and elevation ranges from 240 to 310 m. Approximately half of the area is within the Mont-Orford Provincial Park where hunting and logging are prohibited, while the other half is on private land.

The forest belongs to the Eastern Townships section (L. 5) of the Great Lakes St. Lawrence region, as described by Rowe (1972). Sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.), yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britton), white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss), balsam fir (*Abies balsamea* (L.) Mill.), white pine (*Pinus strobus* L.) and eastern hemlock (*Tsuga canadensis* (L.) Carr.) are the species associated with the richer, well-drained slope sites. On ridges, exposed sites and shallow soils the prevailing dominants are white spruce, balsam fir and white birch (*B. papyrifera* Marsh.). Following fire and other disturbances, the aspens (*Populus* spp.), birches (*B. papyrifera* Marsh. and *B. populifolia* Marsh.) and cedars (*Thuja occidentalis* L.) pioneer the first stages of forest succession. There have been many land clearings for agriculture all around in this region.

Average snow fall is 250 cm and snow depth reaches usually 36 cm by mid-March (Atmospheric Environment Service 1971, Soucy, 1971). Snow depth seldom exceeds the critical 50 cm threshold level suggested by Severinghaus (1947, 1972). Mid-January temperature averages – 11°C while the frost-free period lasts 100-120 days (Ferland and Gagnon, 1974). Generally speaking such climatic conditions are among the mildest in the province.

Materials and methods

The area occupied by deer was determined by an aerial survey in late winter 1974-75. We used a Bell Jet-Ranger II helicopter flying at low altitude and noted the presence of deer or their tracks on 1:50 000 topographical map. (Aerial survey techniques are described in more detail in Potvin (1973).) Major cover types were identified and delineated using 1:15 840 black and white aerial photographs taken in summer 1966 and provided by Québec Ministère des Terres et Forêts. Photo-interpretation was done with a mirror stereoscope equiped with 3x lenses. Minimal area delimited was 1 ha. Cover types were classified as follows:

1) Coniferous (> 75 percent of total crown closure in conifers)
2) Mixed (25-75 percent of total crown closure in conifers)
3) Hardwood (< 25 percent of total crown closure in conifers)
4) Abandoned land (abandoned agricultural land)
5) Non forested (agricultural land and a golf course)
6) Swamp (associations of *Alnus rugosa* (Du Roi) Spreng. and bogs)

No cutovers were larger than 1 ha.

Deer frequentation was estimated in May and June 1975 by the pellet-group count technique (Bennet *et al.*, 1940; Potvin, 1978). Sampling plots were 40 m long by 2 m wide (1/125 ha), defecation rate was fixed at 13 pellet-groups/day and number of yarding days was set at 100. Plots were randomly distributed along transects equally spaced and perpendicular to contour intervals.

Browse availability and utilization was measured by the Shafer (1963) twig-

count technique, combined with dry weight-diameter at point of browsing (DPD) curves as suggested by Telfer (1969). Curves were established for the four most important browse species. One hundred annual shoots for each one were clipped during winter and dried for about a week at room temperature (21°C) before their diameter was measured (± 0,1 mm). They were then oven-dried for 48 hours at 70°C and weighed (± 0,1 g). Logarithmic curves were computed between dry weight and diameter at room temperature. The twig count was conducted at the same time as the pellet-group count, using the same sampling design. Inside 1 x 10 m plots, twigs between 45 and 210 cm from the ground

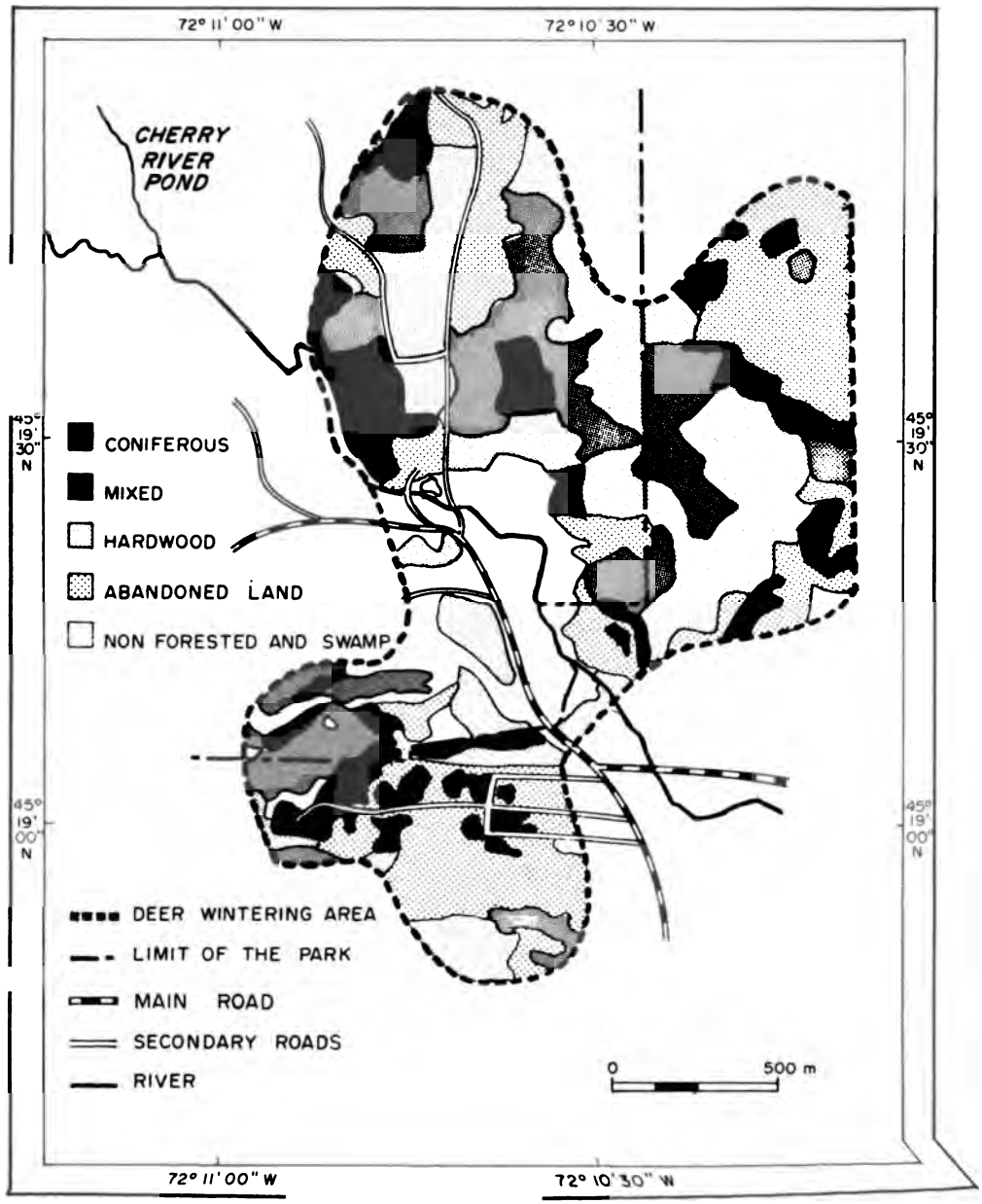


Figure 1. Distribution of cover types in the Cherry River wintering area.

were tallied as 1) browsed by deer, 2) browsed by hare (*Lepus americanus* Erxleben), and 3) unbrowsed. Minimum length of unbrowsed twigs was fixed at 4 cm. To evaluate mean dry weight of a twig (browsed or unbrowsed), 100 DPB by deer were collected for each one of the four most important species. The dry weight corresponding to each DPB was calculated and the mean weight was them computed. An arbitrary weight was assigned to the other browse species, based on the mean weight of the four important species.

Results

The area occupied by deer was estimated at 350 ha (fig. 1). Table I shows the relative proportion of cover types in this area. Abandonned land, the result of expropriation for the creation of the Park in 1938 or more recently from simple farm desertion, is the most extensive cover type (32 percent of the area). Coniferous and mixed types, representing only 12 and 14 percent of the area respectively, occur as discrete forest blocks isolated by large tracks of abandoned land or hardwood stands. Non forested land (most of which is a golf course) are contiguous in the center and virtually separate the yard in two sections.

During the winter 1974-75, overall deer density in the yard was 8 ± 2 deer/km² (90 percent probability level), which indicated a total population of 28 ± 7 deer (Table I). Greater densities were found in the coniferous (37 ± 19 deer/km²) and mixed types (13 ± 4 deer/km²). Deer spent 75 percent of the winter period (deer days) in these two types, even though they accounted for only 26 percent of the total area.

Total available browse amounted to 8 900 ± 3 100 kg or 26 ± 9 kg/ha. If we exclude two species rarely utilized by deer, white spruce and hawthorn (*Crataegus* spp.), availability diminishes to

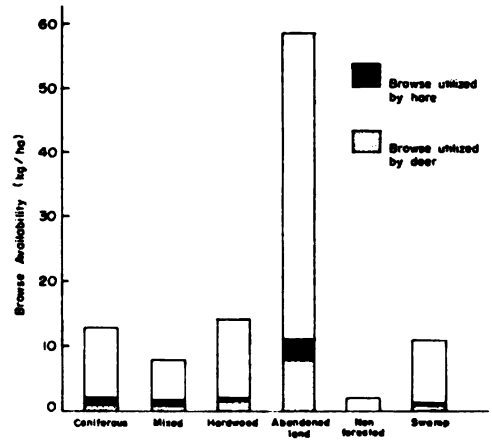


Figure 2. Browse availability and utilization by cover type in the Cherry River wintering area, winter 1974-75.

TABLE I

Proportion of the different cover types in the Cherry River wintering area and relative distribution of deer-days in each one, winter 1974-75.

Cover type	*N*	*Proportion of total area (%)*	*Total number of deer-days*	*Deer/km²*
Coniferous	20	12	1 500 (54%)	37 ± 19
Mixed	23	14	590 (21%)	13 ± 4
Hardwood	42	24	340 (12%)	4 ± 2
Abandoned land	35	32	360 (13%)	3 ± 2
Non forested	35	15	10 (0%)	0
Swamp	5	3	0 (0%)	0
1/	*160*	100	2 800 (100%)	8 ± 2

6 700 kg. Abandoned land was the most productive type, providing 74 percent of the total available browse (fig. 2). Deer used 1 250 ± 450 kg of browse or 19 percent of the usable biomass (6 700 kg), while hare utilized only 7 percent. Abandoned land again provided most of the deer diet (72 percent). Utilization rate by deer or hare was low in all cover types, even in the coniferous and mixed types where it did not exceed 21 percent for deer and 11 percent for hare.

Species composition of available browse biomass varied greatly between cover types (fig. 3). Balsam fir predominated in the coniferous type, whereas sugar maple was the principal species in the mixed and hardwood types. Abanned land contained mainly white spruce, common chokecherry (*Prunus virginiana* L.) and red maple (*Acer rubrum* L.). Composition of deer diet also varied between cover types. Common chokecherry dominated in the coniferous type, whereas sugar maple was more important in the mixed and hardwood types. Deer diet on abandoned land contained primarily cedar and red maple.

Discussion

TECHNIQUE USED

Based on the results of both the pellet-group count and the browse survey, daily food intake by deer would be only 0,45 kg (1 250 kg ÷ 2 800 deer-days). This does not appear reasonable. Assuming a metabolizable energy content of 1,5 kcal/g (Mautz *et al.*, 1976), this would provide only 675 kcal of metabolizable energy. Furthermore if we accept 131 kcal/kg$^{0.75}$ as the metabolizable energy needs of an animal in winter (Ullrey *et al.*, 1970), a deer weighing 45 kg would need 2 280 kcal daily. Browse intake would then have provided only 30 percent of metabolizable energy demand. To stay alive, such an animal would have lost 30 percent of its weight after only 50 days, assuming that 1 g of body weight loss gives 6 kcal of energy (Mautz *et al.*, 1976). This is impossible.

We assume therefore that we have either over-estimated the number of deer-days or underestimated the amount of food utilized. Over-estimation of the number of deer-days seems quite unlikely since the pellet-group count technique generally underestimates the population (Neff, 1968). On the other hand many factors could have contributed in underestimating the amount of food consumed by deer. It is possible that the area delineated did not encompass the total wintering area. When snow conditions were favorable, as for example at the beginning of winter, deer may have ventured to surrounding areas. Since abandoned land made up a large part of peripheral area and provided a greater amount of browse/ha, this could have been an important factor which influenced the results. Also, when snow depth was lower than the 45 cm limit, deer probably browsed twigs which were not accounted for in the survey. Finally it is also possible that deer diet not only included browse but also forbs, dried leaves and twigs fallen to the ground after an ice storm or a heavy wind. Stiteler and Shaw (1966) mentioned that the importance of browse as the only source of food seems exagerated in the Northeast, especially when snow depths are minimal as was the case in 1974-75 in the Cherry River wintering area. Using the same inventory technique in deer enclosures in the fall, Drolet (1974) similarly concluded that he underestimated the amount of food consumed. In his study, average daily browse intake was evaluated at 0,75 kg for fawns and 0,80 kg for adults. More research is definitely needed on browse survey techniques and the use of browse by deer in winter.

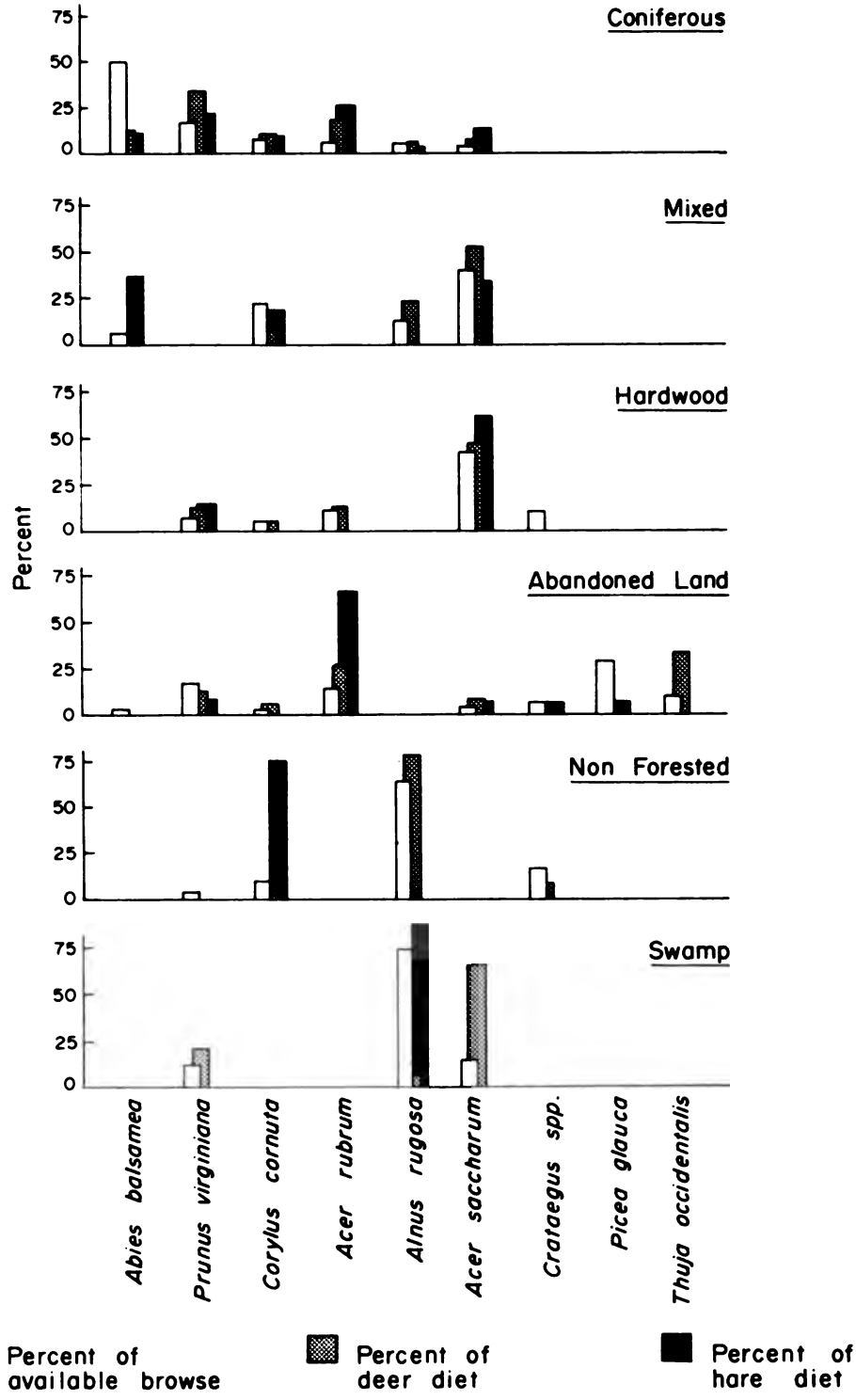


Figure 3. Species composition of browse available and utilized by cover type in the Chen *River wintering area*, winter 1974-75.

HABITAT QUALITY

Deer spent 75 percent of the winter period in the coniferous and mixed cover types which together made up only 26 percent of the range and contained only 10 percent of the browse available. In the mild winter conditions prevailing in 1974-75, deer foraged mostly in the abandoned land type (72 percent of its diet); had snow conditions been more severe, the animals would have been restrained to the two less productive cover types. If we apply a browse intake of 0,45 kg/deer-day (which clearly is underestimated), the coniferous and mixed types could support 28 deer for only 37 days, at a utilization rate of 50 percent. In summary, this wintering area has a minimum cover quality and a non favourable browse dispersion. Competition by hare actually appears negligible even in the coniferous type.

The most important management recommendation is undoubtedly to protect the coniferous cover. This should be easy since most of it is provided by young cedar and eastern hemlock which are not actually commercially valuable and are not affected by the spruce budworm epidemic actually sweeping the province. Secondly, browse production should be increased by making small clearcuts near coniferous cover. These cuts should be located in hardwood stands, which have a low productivity, or even in the mixed type, wherein only hardwood should be exploited. Even though the deer population is actually quite small, intensive efforts to ensure the continuity of this yard appear reasonable since the Cherry River wintering area is located in a Provincial Park and may eventually have a non-consumptive vocation.

Acknowledgements

Special thanks are expressed to Nicole Samson, Mireille Lépine and a number of students who took part in different phases of the project, to Doris Cooper for typing the manuscript and to Jean Berthiaume for preparing the figures. Jean Bédard and Stan Georges kindly reviewed the first draft of the paper.

Reference

ATMOSPHERIC ENVIRONMENT SERVICE, 1971. Temperature and precipitation 1941-1970, Québec. — Canada Dep. Envir., Publ. UDC: 551-582 (714). 65 p.

BANASIAK, C., 1961. Deer in Maine. — Maine Dep. Inland Fish Game, Game Div. Bull. No. 6, 159 p.

BENNET, L. F., P. F. ENGLISH and R. McCAIN, 1940. A study of deer populations by use of pellet-group counts. — J. Wildl. Mgmt, 4(4): 398-403.

DROLET, C., 1974. Use of browse by white-tailed deer in an enclosure in New Brunswick. — Can. J. For. Res., 4: 491-498.

FERLAND, M.-G. and R. M. GAGNON, 1974. Climat du Québec méridional. — Québec, Minist. Rich. Nat., Dir. Gén. Eaux, Publ. N° MP-13, 92 p.

HUOT, J., 1974. Winter habitat of white-tailed deer at Thirty-one Mile Lake, Québec. — Can. Fld-Nat., 88: 293-301.

MAUTZ, W. M., H. SILVER, J. D. HOLTER, H. H. HAYES and W. E. URBAN, 1976. Digestibility and related nutritional data for seven northern deer browse species. — J. Wildl. Mgmt, 40(4): 630-638.

NEFF. D. F., 1968. The pellet-group count technique for big game trend, census, and distribution: a review. — J. Wildl. Mgmt, 32(3): 597-614.

POTVIN, F., 1973. Normes d'inventaire aérien du gros gibier. — Québec, Minist. tour. chasse, pêche, Serv. Faune, Rapp. spéc. N° 1, 45 p.

POTVIN, F., 1978. L'inventaire du brout: revue des méthodes et description de deux techniques — Québec, Minist. tour. chasse, pêche, Dir. Gén. Faune, Rapp. spéc. N° 9, 88 p.

ROWE, J. S., 1972. Forest regions of Canada. — Canada Dep. Envir., For. Serv. Publ. N° 1300, 172 p. + 1 map.

SEVERINGHAUS, C. W., 1947. Relationship of weather to winter mortality and population levels among deer in the Adirondack region of New York. — Trans. N. Am. Wildl. Conf., 12: 212-223.

SEVERINGHAUS, C. W., 1972. Wheather and deer population. — Conservationist, 27(2): 28-31.

SHAFER, E. L., Jr., 1963. The twig-count method for measuring hardwood deer browse. — J. Wildl. Mgmt, 27(3): 428-437.

SOUCY, G., 1971. Moyennes et variabilité des valeurs nivométriques au Québec. — Québec, Minist. Rich. Nat., Publ. N° MP-46, 60 p.

STITELER, W. M. and S. P. SHAW, 1966. Use of woody browse by white-tailed deer in heavily forested areas of northeastern United States. — Trans. N. Am. Wildl. Conf., 31: 205-212.

TELFER, E. S., 1969. Twig weight-diameter relationships for browse species. — J. Wildl. Mgmt, 33(4): 917-921.

ULLREY, D. E., W. G. YOUATT, H. E. JOHNSON, L. D. FAY, B. L. SCHOEPKE and W. T. MAGGEE, 1970. Digestible and metabolizable energy requirements for winter maintenance of Michigan white-tailed does. — J. Wildl. Mgmt, 34(4): 863-869.

Naturaliste can., 105: 445-449 (1978).

LACK OF POLYMORPHISM IN CERTAIN BLOOD PROTEINS AND ENZYMES OF EUROPEAN AND CANADIAN MOOSE *(ALCES ALCES)*

Martin WILHELMSON, R. Kumar JUNEJA and Sven BENGTSSON

Department of Animal Breeding and Genetics
Swedish University of Agricultural Sciences
S-750 07 Uppsala, Sweden

Résumé

Des échantillons de plasma provenant de 108 orignaux *(A. alces alces)* de Fennoscandie et de 22 orignaux du Canada *(A. a. andersoni)* ont été analysés par électrophorèse sur gel de polyacrylamide et d'amidon. Aucun polymorphisme n'a été observé pour l'albumine, les postalbumines et la transferrine. Il était absolument impossible de distinguer les patrons des protéines du plasma de l'orignal européen de ceux de l'orignal canadien. Aucun polymorphisme n'a été décelé pour l'hémoglobine, l'anhydrase carbonique, la phosphatase acide, la phosphoglucomutase, la phosphohexose-isomérase et la 6-phosphogluconate-déshydrogénase dans 88 échantillons d'hémolysats d'orignaux de la péninsule scandinave. Ces résultats sont conformes à ceux de quelques études antérieures qui font état d'une absence remarquable de polymorphisme pour les protéines du plasma et les enzymes érythrocytaires de l'orignal.

Abstract

Plasma samples of 108 moose *(A. Alces alces)* from Fenno-Scandia and 22 from Canada *(A. A. andersoni)* were analysed by polyacrylamide and starch gel electrophoresis. No polymorphism was observed for albumin, postalbumins and transferrin. The plasma protein patterns from the European moose were completely indistinguishable from those of the Canadian moose. 88 hemolysate samples of moose from the Scandinavian peninsula showed no polymorphism for hemoglobin, carbonic anhydrase, acid phosphatase, phosphoglucomutase, phosphohexose-isomerase and 6-phosphogluconate dehydrogenase. These results were in agreement with some earlier studies which demonstrated a remarkable lack of polymorphism in plasma proteins and red cell enzymes of moose.

Introduction

Starch gel electrophoresis of moose plasma proteins for the detection of intraspecific variation has been reported in investigations carried out on *A. A. alces* (27 animals; Braend, 1962), *A. A. gigas* (7 animals; Nadler *et al.*, 1967), *A. A. alces* (12 animals; Shubin, 1969) and *A. A. shirasi* (150 animals; Seals and Karns (unpublished) cited by LeResche *et al.*, 1974). The above studies demonstrated an absence of polymorphism in plasma transferrin (Tf) of moose. These findings contrasted with the presence of considerable genetic variation of Tf in certain other species of the cervidae family (reviewed by Johnson, 1974, and LeResche *et al.*, 1974). A recent study on red cell enzymes of about one thousand moose *(A. A. alces)* from Sweden failed to reveal any variation in the sixteen enzyme systems investigated, except for the phosphohexose isomerase (PHI) system (Ryman *et al.* 1977).

The purpose of the present study was to further investigate the possible existence of variation in some blood proteins of moose from Fenno-Scandia and Canada (Saskatchewan).

Materials and methods

The blood samples from moose in Sweden were taken from hunting kills. The hunters collected the blood samples in glass tubes with Alsever's solution as anticoagulant. The samples were immediately sent to us by post. Plasma was separated by centrifugation at 3000 rpm and kept frozen at −20° C before analysis. Plasma samples of moose from Norway, Finland and Canada were airmailed and received in the frozen state. As mentioned in the acknowledgements section, these samples were received from various scientific institutions. The numbers of samples and their respective areas of collection in Fenno-Scandia are shown in Figure 1. Only plasma samples were obtained from Finland. Twenty-two plasma samples from the Canadian moose *(A. A. andersoni)* were also obtained. Thus the total number of samples analysed amounted to 130.

In Figure 1 each number on the map of Sweden represents a roughly circular area with a radius of about 25 km. The number 55, however, represents a circular area ca. 50 km in radius. The Norwegian figures represent the counties of Buskerud, Hedmark and Oppland in the south and Nordland in the northern part of the country. The geographical distribution of the Finnish samples is given roughly as southern and northern Finland.

Electrophoresis. Plasma samples were analysed in a discontinuous buffer system (Tris-citrate-borate, pH 9.0) by horizontal polyacrylamide gel electro-*phoresis and stained* with Coomassie *'ue G 250 as described* by Gahne et al. (1977). The separation gel had a 10% acrylamide concentration. Tf fractions were identified by autoradiography for their ability to bind ^{59}Fe. Plasma samples were also analysed for albumin variation by starch gel electrophoresis with an acid buffer system, as used by Gahne (1966). Hemolysate samples were analysed and stained for acid phosphatase (AcP), phosphoglucomutase (PGM), phosphohexose isomerase (PHI) and 6-phosphogluconate-dehydrogenase (6-PGD) by starch gel electrophoresis, as described by Bengtsson and Sandberg (1973). Hemoglobin and carbonic anhydrase were analysed by starch gel electrophoresis with an alkaline buffer system, as described by Sandberg (1968). The similarity of the protein pattern was determined visually. Densitometry was not used.

Results

Plasma proteins. Figure 2 shows the electrophoretic pattern of plasma proteins as revealed by polyacrylamide gel electrophoresis. The Tf pattern consisted of five fractions identified by autoradiography. There was no variation between the different samples for albumin (Al), postalbumins (Pa 1, Pa 2), and transferrin (Tf). The plasma protein pattern was comparable to those reported from starch gel electrophoretic analyses by Braend (1962), Nadler *et al.* (1967) and Shubin (1969). No variation of albumin was revealed by acid starch gel electrophoresis. The plasma protein patterns from the European moose were completely indistinguishable from those of the Canadian moose. The identity of plasma protein patterns between the *andersoni* and *gigas* subspecies was reported earlier by Nadler *et al.* (1967).

Red cell hemolysate proteins. Starch gel electrophoresis showed a single fraction of Hb and a single fraction for

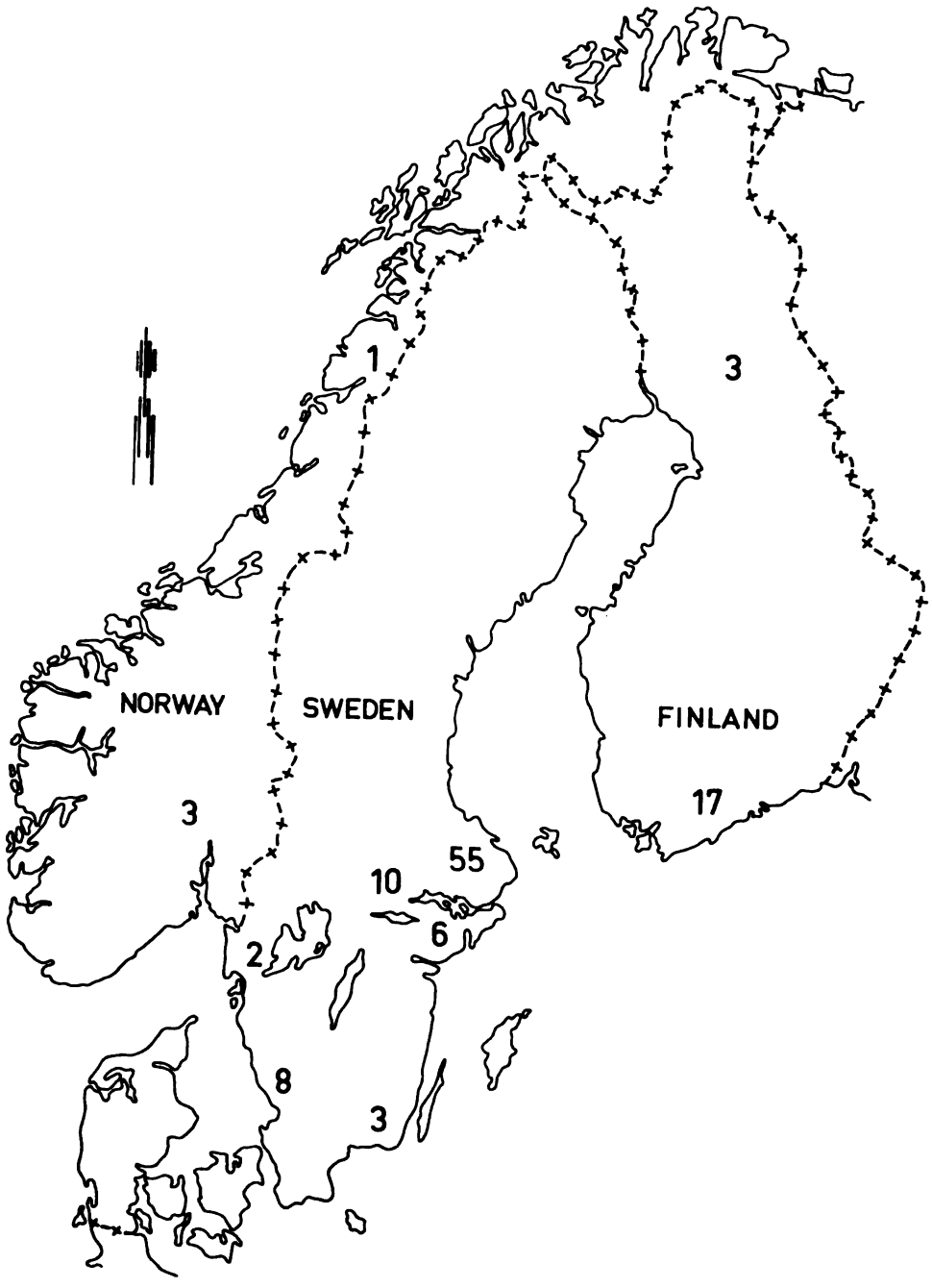


Figure 1. The geographical distribution of the samples. In addition, 22 samples were obtained from Saskatchewan.

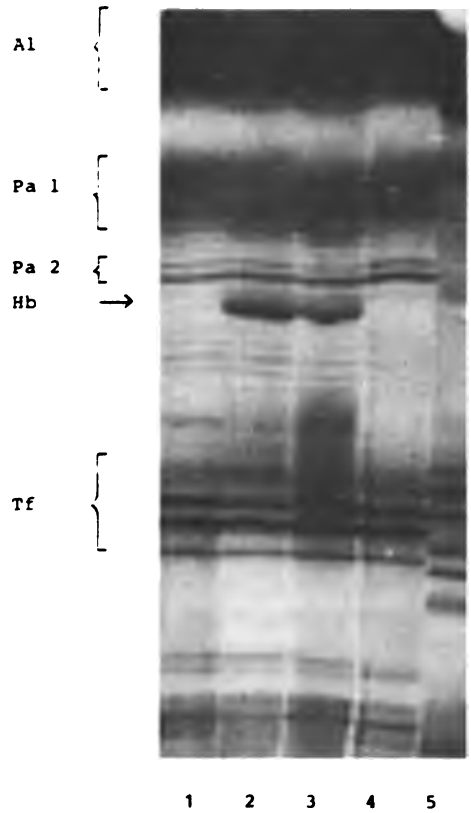


Figure 2. Electrophoretic pattern of moose plasma protein. The Hb-band stems from hemolysed red cells. Samples 1 and 4 from Canadian moose, and samples 2 and 3 from Swedish moose; sample 5 shows cattle plasma.

each of the red cell enzymes (AcP, PHI, PGM, 6-PGD and CA) studied. No variation was observed by these systems between the different samples, except that one sample from the Swedish moose showed a PGM variant.

Discussion

The lack of polymorphic blood proteins in moose observed here confirmed the results of earlier studies reviewed by LeResche *et al.* (1974), Ryman *et al.* (1977). Both Nadler *et al.* (1967) and LeResche *et al.* (1974) pointed out that the absence of polymorphism in Hb or *plasma proteins* in some subspecies of *moose contrasted* with the abundant Hb and Tf variation observed in related species. However, the results should be seen in the light of the fact that the electrophoretic analysis is capable of detecting only a part of the possible genetic variants of a protein. Johnson (1977) has made an excellent review on the possibilities and limitations of electrophoretic techniques.

The lack of red cell enzyme polymorphisms in moose from Sweden was suggested by Ryman *et al.* (1977) to be due to random loss of alleles at a locus because of a numerical decline in the moose population (bottleneck-drift effect). These authors mentioned that the moose was almost eradicated in many parts of Sweden at the beginning of the 19th century and that this decline in moose numbers continued for several generations. The studies of Ekström (1834) and Ekman (1918), however, showed that the moose population, though restricted to central Sweden, must have been at least a few thousand when it was at its lowest level in the early 19th century.

It is thus highly questionable whether the moose population in Sweden was ever so small that genetic drift had any chance of coming into play. The lack of electrophoretic polymorphisms between two geographically widely separated subspecies *(A. A. alces* and *A. A. andersoni)*, as found in the present investigation, also refutes the significance of such a genetic drift effect.

The lack of protein polymorphism in moose may, to some extent, be due to its specialized ecological niche. The hypothesis that the extent of genetic variation in natural populations is positively correlated to environmental variation has been discussed and supported in reviews presented by Manwell and Baker (1976) and Nevo (1978). That an ecological niche suitable for moose has persisted even in Alaska and Beringia

ever since the beginning of the Wisconsin glaciation has been demonstrated by the results of pollen analyses reviewed by Colinvaux (1967), and indirectly by Flerow (1967) who reviewed the origin and immigration of the mammalian fauna in Canada.

The similarity of electrophoretic patterns between the *alces* and *andersoni* observed in the present study suggests that a genetic uniformity has persisted ever since the beginning of the last glacial isolation of these two subspecies. The lack of blood protein variation observed calls for further investigation, particularly of the various tissue proteins, in order to establish more accurate estimates of the genetic variability in moose.

Acknowledgements

Sincere thanks are extended to the hunters who provided us with the blood samples, to Amanuens Olav Hjeljord, Inst. för Naturforvaltning at the Agricultural College of Norway, for sending us the Norwegian samples, to Konsulent Gunvor Lindström, Seminföreningarnas förbund, Dickursby, Finland, for helping us with the Finnish samples, and to Dr G. J. Kraay, Animal Diseases Research Institute, Ottawa, Ontario and Dr R. R. Stewart, Wildlife Research Unit, Saskatoon, Saskatchewan for sending us the Canadian samples. Special thanks also go to Fil. Dr. Johannes Lepiksaar who kindly read and commented on the manuscript.

References

BENGTSSON, S. and SANDBERG, K., 1973. A method for simultaneous electrophoresis of four horse red cell enzyme systems. — Anim. Blood Grps biochem. Genet., 4: 83-87.

BRAEND, M., 1962. Studies on blood and serum groups in the elk *(Alces Alces)*. — Ann. N. Y. Acad. Sci., 97: 296-305.

COLINVAUX, P. A., 1967. Quaternary vegetational history of Arctic Alaska. — *In*: D. M. HOPKINS, (ed.), The Bering Land Bridge Stanford University Press.

EKMAN, S., 1918. Några jaktbara djurarters historia i Sverige under senare tid. — Svenska Jägareförbundets Tidskr., 56: 259-269.

EKSTRÖM, C. U., 1834. Elg-Jakt. — Tidskr. Jäg. Naturforskare, 3: 929-947.

FLEROW, C. C., 1967. On the origin of the mammalian fauna of Canada. — *In*: D. M. HOPKINS, (ed.), The Bering Land Bridge, Stanford University Press.

GAHNE, B., 1966. Studies on the inheritance of electrophoretic forms of transferrins, albumins, prealbumins and plasma esterases of horses. — Genetics, 53: 681-694.

GAHNE, B., R. K. JUNEJA and J. GROLMUS, 1977. Horizontal polyacrylamide gradient gel electrophoresis for the simultaneous phenotyping of transferrin, post-transferrin, albumin and postalbumin in the blood plasma of cattle. — Anim. Blood Grps biochem. Genet., 8: 127-137.

JOHNSON, G. B., 1977. Assessing electrophoretic similarity: The problem of hidden heterogeneity. — A. Rev. Ecol. Syst., 8: 309-328.

JOHNSON, M. L., 1974. Mammals. — *In*: C. A. Wright (ed.), Biochemical and Immunological Taxonomy of Animals, Academic Press, New York.

LeRESCHE, R. E., U. S. SEAL, P. D. KARNS and A. W. FRANZMANN, 1974. A review of blood chemistry of moose and other cervidae with emphasis on nutritional assessment. — Naturaliste can., 101: 263-290.

MANWELL, C. and BAKER, C. M. Ann. 1976. Protein polymorphisms in domesticated species: Evidence for hybrid origin. — *In*: S. Karlin and E. Nevo (ed.), Population Genetics and Ecology, Academic Press, New York.

NADLER, C. F., C. E. HUGHES, K. E. HARRIS and N. W. NADLER, 1967. Electrophoresis of the serum proteins and transferrins of *Alces alces* (Elk), *Rangifer tarandus* (Reindeer), and *Ovis dalli* (Dall Sheep) from North America. — Comp. Biochem. Physiol., 23: 149-157.

NEVO, E., 1978. Genetic variation in natural populations: Patterns and theory. — Theoretical Popul. Biol., 13: 121-177.

RYMAN, N., G. BECKMAN, G. BRUUN-PETERSEN and C. REUTERWALL, 1977. Variability of red cell enzymes and genetic implications of management policies in Scandinavian moose *(Alces alces)*. — Hereditas, 85: 157-162.

SANDBERG, K., 1968. Genetic polymorphism in carbonic anhydrase from horse erythrocytes. — Hereditas, 60: 411-412.

SHUBIN, P. N., 1969. The genetics of transferrins in the reindeer and in the European elk. — Genetika, 5: 37-41.

Naturaliste can., 105: 451-456 (1978).

L'ÉVALUATION DE MÉTHODES D'IMMOBILISATION D'ORIGNAUX EN LIBERTÉ POUR ÉTUDES TÉLÉMÉTRIQUES

R. JOYAL, G. RIVARD[1]

Département des sciences biologiques
Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec H3C 3P8

et

J. VALLÉE

Service de l'aménagement de la faune
Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche, Noranda, Québec J9X 1N9

Résumé

Les auteurs évaluent 10 méthodes différentes de capture d'orignaux en vue de la pose de colliers émetteurs. En été, seules l'approche en canot et la mise en place de pièges à pattes sont considérées comme valables. En hiver, l'immobilisation entre novembre et janvier depuis un petit hélicoptère s'est avérée la seule méthode efficace en milieu relativement peu enneigé. L'utilisation du M99 (étorphine) comme paralysant est recommandée en hiver alors que l'Anectine (succinycholine) est préférable en été.

Abstract

Ten methods of moose immobilization for telemetry studies are compared. In summer, foot snares or tracking by canoe are considered successful techniques. In winter, immobilization between November and January from a small helicopter is the only valuable method where snow cover is relatively shallow. The use of the tranquilizer M99 (etorphine) is recommanded in winter whereas Anectine (succinycholine chloride) is more suitable in summer.

Introduction

L'orignal *(Alces alces)* est devenu depuis quelques années l'espèce de gros gibier la plus importante au Québec (Bouchard et Gauthier, 1978). De plus, sa valeur esthétique augmente continuellement comme en fait foi le nombre grandissant de visiteurs qui désirent l'observer dans nos parcs et réserves.

Plusieurs études ont déjà été entreprises au Québec sur l'orignal et Brassard *et al.* (1974) ont fait une synthèse de nos connaissances sur sa distribution et son habitat d'hiver, période critique pour l'animal. Cependant, peu de travaux à l'aide de marquage ou d'immobilisation ont été menés jusqu'ici pour connaître les principales composantes de son domaine vital tout au long de l'année.

C'est dans ce but que Simard (1971) a étudié l'efficacité d'une trappe pour la capture des orignaux dans le parc des Laurentides de même que l'effet de certains paralysants en vue du marquage. L'utilisation d'une telle trappe provoqua un taux de mortalité par stress relativement élevé. Plus récemment, Roussel et Pichette (1974), Roussel *et al.* (1975) et

[1] *Adresse actuelle: Service* de l'aménagement de la faune, Ministère du tourisme, de la chasse et *de la pêche, Trois-Rivières, Québec.*

Roussel et Patenaude (1975) terminaient au même endroit un programme de marquage et d'études des déplacements de cet ongulé.

À l'intérieur d'un projet d'études sur l'habitat de l'orignal dans l'ouest du Québec, région moins montagneuse et moins enneigée, nous avons déterminé à l'aide de la radiotélémétrie plusieurs composantes du domaine vital annuel et saisonnier de l'orignal.

Le but du présent article est d'évaluer toutes les méthodes utilisées pour immobiliser des orignaux en liberté, en vue de la pose de colliers émetteurs et ce, en milieu forestier. L'efficacité, selon les saisons, de deux paralysants est aussi analysée.

Les travaux furent effectués dans la réserve de Mastigouche située à quelque 125 km au nord-est de Montréal. Elle représente l'habitat moyen de l'orignal avec son relief ondulé et ses forêts mélangées et perturbées, dominées par le sapin baumier *(Abies balsamea)*, le bouleau blanc *(Betula papyrifera)*, le bouleau jaune *(B. alleghaniensis)*, le peuplier faux-tremble *(Populus tremuloïdes)* et l'épinette noire *(Picea mariana)*. L'accumulation de neige au sol, facteur important chez les ongulés (Nasimovitch, 1955; Des Meules, 1964) ne dépasse pas 100 cm en moyenne.

Matériel et méthodes

Un fusil de marque Cap-Chur (Palmer Chemical and Equipment Co.) et des seringues de 5 cc munies d'un dard avec ou sans barbillon ont été utilisés. Cet équipement permet l'injection intramusculaire d'un paralysant à une distance maximale de 50 m selon la force de la cartouche employée.

Plusieurs méthodes ont été tentées *dans le but d'approcher* l'animal assez *près. Au printemps*, la localisation de femelles lors de la mise bas sur les îles, suivie de l'approche en bateau à moteur fut tentée. En été, nous avons effectué des approches en canot tôt le matin ou vers la fin de l'après-midi. De plus en été, des membres du Service de la conservation ont installé des pièges à pattes dans des sentiers bien fréquentés par les bêtes. Durant la période de rut, l'appel de la femelle fut imité.

En hiver, la traque en raquettes, par des individus seuls ou guidés par walkie-talkie depuis un avion, la poursuite en motoneige (Richie et Barney, 1972; Roussel et Pichette, 1974) ainsi que l'utilisation d'hélicoptères de types Jet Ranger et Hughes 269 furent les techniques d'approches utilisées (Nielson et Shaw, 1967).

Les deux types de paralysants employés ont été le M99 (étorphine) et son antidote le M50-50, tous deux vendus exclusivement au Canada par Cyanamid of Canada, Montréal, et le succinylcholine (Anectine).

Résultats

MÉTHODES DE CAPTURE

Nous savons qu'au printemps, les femelles de l'orignal cherchent un lieu retiré pour la mise bas, telle une île sur un lac (Peterson, 1955). Souvent elles y retournent annuellement. Malgré de longues recherches intensives, une seule femelle a pu être immobilisée sur une île et munie d'un collier émetteur le 1er juin 1974.

De la mi-juin à la mi-août 1975, l'approche silencieuse en canot a été tentée auprès de plusieurs orignaux tôt le matin et le soir. Sur une trentaine de bêtes repérées, seulement sept ont pu être approchées et recevoir une injection, alors que deux ont été munies d'un collier-émetteur. Les cinq autres ont pu s'enfuir, le tireur ayant été repéré.

ı orignal adulte a été capturé dans ıège à pattes fabriqué à l'aide d'un e. Malheureusement il a été dévoré ın ours avant notre arrivée. L'impos- ité de visiter le piège au moins trois par jour nous a fait abandonner ı technique.

ırant l'automne, l'appel en imitant ımelle s'est avéré totalement ineffi- ı et cette méthode n'est pas à ıeiller.

ı hiver, plusieurs approches en ra- tes avaient déjà été tentées de ier à mars 1974, dans des quartiers ′er. Jamais les bêtes n'ont pu être ochées d'assez près pour permettre injection. Afin de faciliter la loca- ion exacte des orignaux par les tra- ırs, ces derniers furent alors reliés *walkie-talkie* à un avion de recon- sance qui les dirigeaient vers les s. Cette amélioration apparente de ıéthode n'a pas empêché l'échec des cinq tentatives, le bruit de ıareil rendant les animaux nerveux, ; à s'enfuir. Par ailleurs, les condi- ; de neige et plus particulièrement ıu d'accumulation au sol, soit de 75 0 cm au maximum, a rendu impos- ı et dangereuse la poursuite en ɔneige, tentée à plusieurs reprises.

ıfin, après un an d'essais continus, ıule méthode qui a permis d'immobi- rapidement quatre bêtes dans cette ɔn peu enneigée fut l'emploi de l'hé- ıtère en décembre et janvier. Aucun animal n'a pu être localisé en février à la suite de deux tentatives, les bêtes à cette période étaient confinées sous couvert conifèrien.

LES PARALYSANTS

L'anectine (succinylcholine) fut utilisé à raison de 0,15 cc par 45 kg de poids vif. Le seul individu immobilisé à l'Anectine et retrouvé a paralysé 9 minutes plus tard après l'injection (tableau I). Il s'est relevé 30 minutes plus tard ce qui laisse assez de temps pour la pose d'un collier.

Le M-99 ou l'étorphine fut utilisé pour la plupart des immobilisations (tableau 1). Les premières injections furent de 5 cc du produit pur (Robert Patenaude, comm. pers.), dose qui fut par la suite réduite à 4 cc avec les mêmes résultats. La période latente qui suit l'injection varie entre 8 et 20 minutes ce qui rend aléatoire l'utilisation de ce produit en été lors d'approches en canot, l'animal ayant tout le temps voulu pour s'enfuir et s'immobiliser loin en forêt. De plus, l'injection de M-99 durant une journée chaude et humide a causé la mort d'une femelle tel que le prédisait une mise en garde écrite du fabricant.

Discussion

Nous croyons que dans l'est américain, la densité d'orignaux n'est généralement jamais assez forte pour permettre

TABLEAU I

Réaction de l'animal au paralysant et méthode utilisée.

ıl	*Date*	*Paralysant*	*Dose*	*Période latente*	*Méthode*
	Juin 1	M 99	5 cc	8 min 15 s	Canot à moteur
	Juil. 18	M 99	5 cc	Mort	Canot
	Août 10	Anectine	1,65 cc	9 min	Canot
	Déc. 20	M 99	5 cc	20 min	Hélicoptère
	Déc. 20	M 99	5 cc	20 min	Hélicoptère
	Jan. 14	M 99	4 cc	10 min 30 s	Hélicoptère
	Jan. 15	M 99	4 cc	20 min	Hélicoptère

une bonne concentration de femelles à la veille de mettre bas au printemps à l'intérieur d'une région limitée. Cette méthode n'est donc pas efficace.

En été, Roussel et Pichette (1974) et Simkin (1973) forçaient les bêtes à nager en eau profonde pour les marquer. Cette méthode fut considérée mais rejetée, un collier émetteur devant toujours s'attacher au moyen de rivets et boulons, opération impossible en eau profonde.

Le piège à pattes dans un sentier bien fréquenté semble une technique efficace à la condition que le piège soit visité très tôt le matin, le midi et le soir, sinon l'animal capturé est à la merci de prédateurs éventuels.

Quant à l'approche en canot, le facteur le plus important est de ne pas révéler sa présence malgré qu'il faille avancer assez près pour évaluer le poids de l'orignal à 45 kg près. À notre avis cependant, les seringues avec Anectine peuvent être préparées d'avance pour immobiliser des bêtes d'environ 375 kg (femelles adultes) et de 450 kg (mâles adultes). Ce devrait être suffisant pour la plupart des bêtes rencontrées. L'effet de ce produit a cependant l'inconvénient de disparaître rapidement, ce qui laisse peu de temps au traqueur pour localiser la bête si elle a fui. Les orignaux piqués en été auraient probablement pu être relocalisés à l'aide d'un chien. (A. Bubenik, comm. pers. et Zwickel, 1969). Nous n'avons pu malheureusement essayer cette méthode. L'approche en canot ne devrait plus être pratiquée après juillet, car en août l'utilisation des plans d'eau par l'orignal diminue sensiblement, ce qui occasionne une perte de temps considérable.

Le mince tapis nival, de moins de 1 m généralement dans cette région, permet à l'orignal de fuir assez facilement à l'approche d'un traqueur en raquettes. C'est pourquoi nous considérons que cette technique est peu efficace compte tenu du nombre considérable d'essais infructueux tentés par du personnel technique expérimenté. C'est d'ailleurs pour la même raison que, contrairement au parc des Laurentides où l'accumulation de neige atteint souvent 2 m, l'utilisation de la motoneige pour traquer les bêtes s'est aussi avérée totalement inefficace.

Dans ces conditions, la meilleure méthode d'immobilisation fut l'utilisation en décembre et janvier d'un petit hélicoptère et l'emploi de seringues déjà préparées avec 4 cc d'étorphine pure et 1 cc d'eau distillée. La bête paralysée au M-99 ne peut se relever avant quelques heures à moins que l'antidote M50-50 ne lui soit administré, ce qui laisse le temps au marcheur d'atteindre l'animal avant que l'effet ne se soit dissipé.

L'emploi d'un hélicoptère biplace tel le Hugues 269 offre un meilleur rendement que le Jet Ranger pour trois raisons. Le coût horaire de ce dernier devient prohibitif. De plus, la dimension de ses pales ne lui permet pas de se poser dans les petites trouées, ce qui nécessite souvent de longues marches vers l'animal immobilisé d'où un coût additionnel pour l'hélicoptère qui doit guider le marcheur sur une plus grande distance. Enfin, le Jet Ranger consomme du carburant spécial qu'on ne trouve pas sur place.

Il est souhaitable de localiser à l'aide d'un avion monomoteur un ou plusieurs quartiers d'hiver les heures ou la journée qui précèdent l'opération. De plus la date des travaux est importante. Nous connaissons la tendance qu'ont les orignaux en forêt boréale à chercher refuge sous les conifères avec l'avance de l'hiver (Des Meules, 1964). C'est la raison pour laquelle nos deux tentatives en décembre et janvier ont été fructueu-

ses et les deux tentatives de février s'avérèrent un échec.

Enfin, l'habileté et l'intérêt du pilote, de même que l'habileté du tireur sont deux facteurs déterminants dans la réduction du temps consacré à l'opération.

Conclusion

Les nombreuses tentatives effectuées pour immobiliser des orignaux pour fins d'études par radio-télémétrie dans un habitat moyen ont démontré que l'utilisation des pièges à pattes en été est possible à condition de les visiter 3 fois par jour. Il en est de même pour l'approche silencieuse en canot en juin et juillet, par des personnes expérimentées, préférablement accompagnées d'un chien entraîné. La traque en raquettes et la poursuite en motoneige sont difficiles dans les régions où l'épaisseur moyenne de neige n'excède pas 1 m.

Enfin la méthode la plus efficace demeure dans ces conditions, l'utilisation d'un petit hélicoptère en décembre ou janvier, alors que les bêtes sont encore à découvert. Dans de bonnes conditions, trois bêtes par jour peuvent être munies d'un collier lorsqu'elles ont été localisées la veille ou tôt le matin. Le coût minimum de la pose des émetteurs pour ces trois bêtes s'établirait alors comme suit:

3 colliers à $125,00:	$375,00
7 heures d'hélicoptère à $125,00/heure:	$875,00
2 jours/homme:	$125,00
2 heures d'avion monomoteur:	$200,00
Total	$1 575,00

Le coût par animal s'élève donc, si tout va bien, à environ $525,00 en utilisant un hélicoptère biplace.

Remerciements

Nous remercions le Service de l'aménagement de la faune des Trois-Rivières, tout particulièrement MM. François Guibert, Elphège Saint-Aubin et Léon Lamarre. Nous sommes aussi redevables au Service de la conservation dont certains agents ont aidé aux immobilisations, de même qu'au Service des parcs qui nous ont fourni le gîte. Nous remercions sincèrement les compagnies Terra Jet, Bombardier, Les Ailes du Nord, Cargair et l'association des Journalistes de Plein Air, qui ont gracieusement prêté des véhicules ou qui ont défrayé en tout ou en partie le coût des aéronefs. Nous remercions l'U.Q.A.M. et le Conseil national de la recherche du Canada qui ont subventionné en partie ce projet (C.N.R.C. A633).

Références

BOUCHARD, R. et C. GAUTHIER, 1978. Gros gibier au Québec en 1977. — Ministère du tourisme de la chasse et de la pêche, Québec. Rapp. Spéc. N° 10, 57 p.

BRASSARD, J. M., E. AUDY, M. CRÊTE and P. GRENIER, 1974. Distribution and winter habitat of moose in Quebec. — Naturaliste can., 101: 67-80.

DES MEULES, P., 1964. The influence of snow on the behaviour of moose. — Proc. N East. Wildl. Conf., Hartford, Connecticut, 17 p.

NASIMOVITCH, A. A., 1955. The role of the regime of snowcover in the life of ungulates in the USSR. — Akad. Nauk SSSR. Moskva 430 p. Transl. from Russian, Can. Wildl. Serv., Ottawa.

NIEILSON, A. E. and W. M. SHAW, 1967. A helicopter-dart gun technique for capturing moose. — W. Assoc. Game and Fish. Comm., 47: 189-199.

PETERSON, R. L., 1955. North American Moose. — Univ. of Toronto Press. Toronto, 280 p.

RICHIE, B. W. and D. A. BARNEY, 1972. Use of snowmobiles to capture moose. — 8 th N. Am. Moose Conf. and Workshop, Thunderbay, 1973, p. 296-301.

ROUSSEL, Y. and C. PICHETTE, 1974. Review of the techniques used to restrain and mark moose in Laurentide Park, Québec. — 9 th N. Am. Moose Conf. and Workshop, Quebec, p. 43-59.

ROUSSEL, Y., E. AUDY and F. POTVIN, 1975. Preliminary study of seasonal moose movements in Laurentides Provincial Park, Quebec. — Can. Fld-Nat., 89 (1): 47-52.

ROUSSEL, Y. and R. PATENAUDE, 1975. Some physiological effects of M99 etorphine on immobilized free ranging moose. — J. Wildl. Mgmt, 39 (3): 634-636.

SIMARD, B., 1971. Capture de l'orignal *(Alces alces americanus)* en vue de l'établissement d'une méthode de manipulation. — Ministère du tou-

risme de la chasse et de la pêche du Québec, Serv. Faune, Rapp. N° 6: 359-383.

SIMKIN, D. W., 1963. Tagging moose by helicopter. — J. Wildl. Mgmt, 27 (1): 136-139.

ZWICKEL, F. C., 1969. Use of dogs in wildlife management, p. 319-325 *in*: R. H. Gilas (ed.), Wildlife Management Techniques, 3rd ed. — The Wildlife Society, Washington, D. C.

Naturaliste can., 105: 457-460 (1978).

COMPARAISON ENTRE LA MÉTHODE AU BIURET ET LE RÉFRACTOMÈTRE POUR LE DOSAGE DES PROTÉINES SÉRIQUES CHEZ LE HOMARD ET CHEZ LE CRABE TOURTEAU

Bernard P. VÉZINA

Département de biologie, Université de Moncton
Moncton, Nouveau-Brunswick, E1A 3E9

Résumé

La concentration en protéines a été mesurée dans des échantillons d'hémolymphe de homard, *Homarus americanus*, et de crabe tourteau, *Cancer irrotatus*, à l'aide de la méthode au biuret et d'un réfractomètre à solides totaux. Les pourcentages moyens de différence entre les deux méthodes étaient de – 6,6 pour cent et – 3,4 pour cent pour le homard et pour le crabe tourteau respectivement. Les valeurs suivaient la droite de régression $\hat{Y} = 3{,}87 + 0{,}95\ X$ avec un coefficient de corrélation de 0,98. L'utilisation du réfractomètre étant très simple, son emploi s'avère des plus avantageux en particulier pour des travaux d'écologie et d'aquiculture.

Abstract

Protein concentration has been measured in hemolymph samples from lobster, *Homarus americanus*, and rock crab, *Cancer irroratus*, using the biuret method and a total solid refractometer. Mean percentages of difference between the two methods were – 6,6 percent and – 3,4 percent for lobster and crab respectively. The data were fitted by the regression line $\hat{Y} = 3{,}8 + 0{,}95\ X$ with a correlation coefficient of 0,98. The use of the refractometer is very simple and provides an advantageous method of protein determination, particularly for research projects in ecology and aquaculture.

Introduction

Chez le homard, *Homarus americanus*, et chez le crabe tourteau, *Cancer irroratus*, la concentration en protéines de l'hémolymphe est un indice très utile de la condition physiologique (Stewart *et al.*, 1967a). Elle dépend de facteurs écologiques et alimentaires, tel que montré chez le homard par Stewart *et al.* (1967b) et Stewart et Li (1969). Cette variable essentielle est habituellement mesurée par la méthode au biuret (Ennis, 1973; Stewart et Li, 1969; Stewart et Dingle, 1968; Stewart *et al.*, 1967a et b). Toutefois, cette technique colorimétrique est relativement longue et requiert des appareils peu mobiles.

Le réfractomètre à solides totaux a déjà été utilisé par *Fletcher et al.* (1975) afin de doser les protéines du plasma chez le saumon, *Onchorynchus nerka*, en migration. Cependant ces auteurs ne rapportent pas de comparaison préalable entre leur technique et une méthode courante. Par ailleurs, l'utilisation du réfractomètre s'avère très commode pour le dosage des protéines sériques. Sa précision devait donc être évaluée avant d'en répandre l'usage. Les résultats de cette évaluation font l'objet de la présente communication.

Matériel et méthodes

Les animaux utilisés au cours de cette étude ont été capturés dans le détroit de Northumberland entre le Nouveau-Brunswick et l'Île du Prince-Édouard. Pour un premier groupe de 20 homards

et de 21 crabes tourteaux, les échantillons d'hémolymphe étaient prélevés immédiatement lors de la capture. Un second groupe de 7 homards, nourri de cœur de bœuf entier, a été conservé en laboratoire dans un aquarium à eau synthétique recirculée (Instant Ocean, modèle LS-250) maintenue à 20° C. Un échantillon a été prélevé de chaque spécimen à intervalle de deux semaines durant un mois et demi. La taille des homards utilisés variait de 60 mm à 85 mm de longueur de carapace et celle des crabes tourteaux, de 75 mm à 130 mm de largeur de carapace.

Chaque échantillon d'hémolymphe, d'environ 2 ml, était extrait du sinus ventral chez le homard ou de la base des pattes marcheuses chez le crabe tourteau à l'aide de seringues de 3 ml pourvues d'aiguilles de calibre 18. Après coagulation dans la seringue, l'hémolymphe était expulsée à travers l'aiguille de façon à briser le caillot, puis centrifugée à 9 000 g durant 5 min (Beckman microfuge, modèle 142 A) pour donner le sérum. La concentration en protéines de chaque échantillon a été mesurée à l'aide de la méthode au biuret dite modifiée (Layne, 1957), en utilisant l'albumine de bœuf comme standard, et à l'aide d'un réfractomètre à solides totaux (TS-meter, American Optical modèle 10 400). Cet appareil indique directement la concentration en protéines sur une échelle couvrant l'étendue 25-150 mg/ml. En dehors de ces limites, les concentrations peuvent être extrapolées.

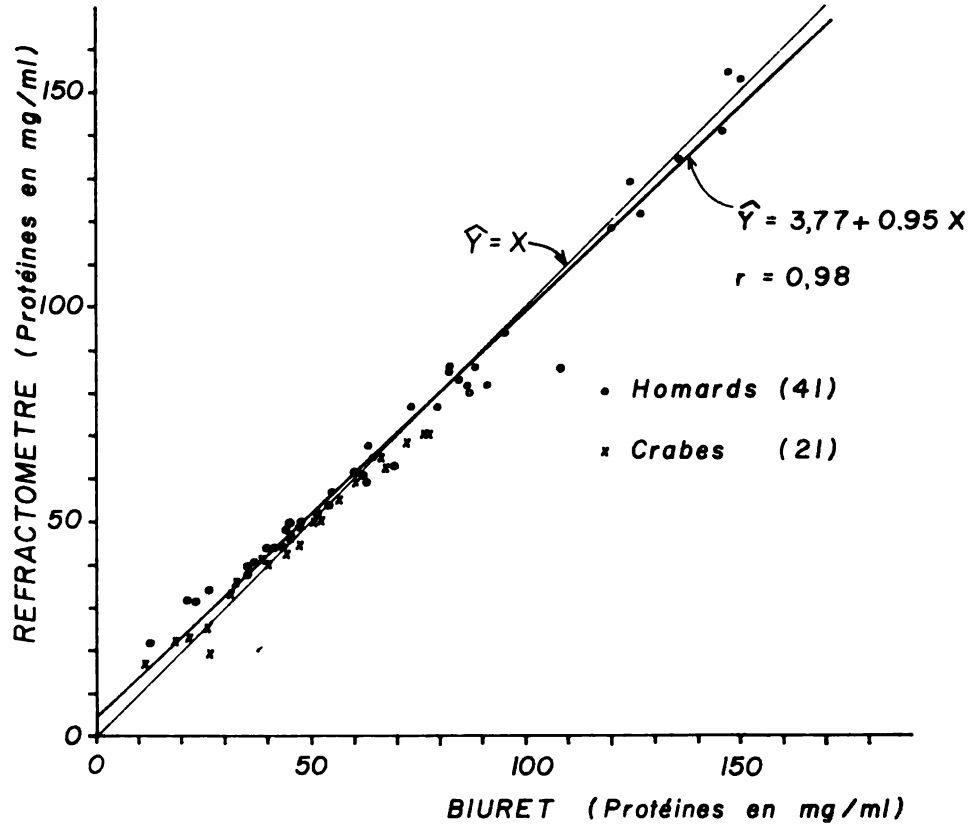


Figure 1. Concentration des protéines sériques chez le homard et chez le crabe tourteau *erminée par la méthode* au biuret et par réfractomètre à solides totaux.

Résultats

Les résultats de l'analyse de chaque échantillon par les deux méthodes sont indiqués sur la figure 1 et résumés dans le tableau I. La distribution des valeurs obtenues suit la droite de régression

$$\hat{Y} = 5{,}6 + 0{,}94\ X$$

dans le cas du homard et

$$\hat{Y} = 5{,}2 + 0{,}87\ X$$

dans celui du crabe tourteau. Puisqu'il n'y avait pas de différence significative entre ces deux droites ($P > 0{,}25$, $F = 3{,}4$, d. l. = 1,43), les données ont été regroupées pour obtenir la droite

$$\hat{Y} = 3{,}8 + 0{,}95\ X.$$

Celle-ci est significativement différente ($P < 0{,}05$, $t = 2{,}5$, d. l. = 60) de la droite d'égalité $Y = X$, mais la recoupe pour la valeur de 75,4 mg/ml.

Par ailleurs les différences obtenues par suite de l'utilisation des deux méthodes de dosage (tableau I) ne sont pas significatives ($P > 0{,}15$), sauf dans le cas des pourcentages de différence chez le homard ($P < 0{,}05$, $t = 2{,}4$, d. l. = 40). Les écarts statistiquement significatifs proviennent des échantillons dont la concentration est inférieure à 25 mg/ml, donc hors de l'étendue couverte par l'appareil.

Discussion

Nous venons de démontrer qu'un réfractomètre à solides totaux est aussi précis que la méthode au biuret pour doser les protéines de l'hémolymphe particulièrement entre 25 mg/ml et 150 mg/ml. C'est d'ailleurs à l'intérieur de ces limites que se retrouvent généralement les valeurs observées chez des populations naturelles de crabe tourteau (Leone, 1953; Stewart et Dingle, 1968) et de homard (Leone, 1953; Stewart et Li, 1969; Ennis, 1973).

Stewart *et al.* (1966) ont trouvé des concentrations allant jusqu'à 0,15 mg/ml pour les solutés non protéiques, principalement les hydrates de carbone et l'acide lactique, ce qui représente moins de 1 pour cent des solutés totaux. Par conséquent, leur contribution à la réfractilité du sérum ne pourrait être que minime et négligeable.

L'utilisation du réfractomètre offre plusieurs avantages qui militent en sa faveur. La technique est très simple et ne requiert que des connaissances minimes pour son utilisation. Il n'est nullement besoin de savoir pipetter, ni de préparer des solutions chimiques et des

TABLEAU I

Concentration (mg/ml) en protéines sériques de l'hémolymphe, déterminée par la méthode au biuret et par le réfractomètre.

Espèce		*Concentration*		*Différence*	
		Biuret	*Réfractomètre*	*mg/ml*	*%*
Homard	Moyenne	73,4	74,6	$-1{,}2^{NS}$	$-6{,}6^{*}$
	Écart-type	41,9	39,2		
Crabe tourteau	Moyenne	45,4	44,7	$0{,}7^{NS}$	$-3{,}4^{NS}$
	Écart-type	19,6	17,1		

NS = Non significatif
* = Significatif au niveau de 95%.

courbes standards comme dans le cas de la méthode au biuret. L'appareil utilisé accepte un volume constant qu'il n'est pas besoin de mesurer et fournit une lecture directe de la concentration en mg/ml. La calibration de l'appareil est facile à vérifier et, si nécessaire, à rajuster à l'aide d'eau distillée. Cette technique est également plus économique, ne nécessitant que l'achat d'un réfractomètre alors que la méthode au biuret exige la verrerie, les produits chimiques et un spectrophotomètre. Par contre la séparation du sérum peut s'effectuer par centrifugation ou par filtration (Lauffer et Swaby, 1955), ce qui n'en avantage aucune. Cependant en utilisant un filtre au sortir de la seringue, la méthode devient complètement portative et l'avantage grandement.

Par ailleurs le réfractomètre a deux désavantages, qui sont en réalité de peu d'importance dans les cas qui nous concernent. Il manque de précision pour des échantillons ayant une faible concentration de protéines de l'ordre de 0 à 25 mg/ml. Il exige également environ deux gouttes de sérum, soit à peu près 0,5 ml d'hémolymphe.

Remerciements

Ce travail a été effectué avec l'aide des techniciens, Réjean Hébert et David Robichaud, qui ont récolté et analysé les échantillons. Cette recherche a été rendue possible grâce à des subventions du Conseil de recherches de l'Université de Moncton et du Conseil national de la recherche.

Références

ENNIS, G. P., 1973. Food, feeding and condition of lobsters, *(Homarus americanus)* throughout the seasonal cycle in Bonavista Bay, Newfoundland. — J. Fish. Res. Bd Can., 30: 1905-1909.

FLETCHER, G. L., E. G. WATTS and M. J. KING, 1975. Copper, zinc, and total protein levels in the plasma of sockeye salmon *(Oncorhynchus nerka)* during their spawning migration. — J. Fish. Res. Bd Can., 32: 78-82.

LAUFFER, M. A. and L. G. SWABY, 1955. The size, shape, and hydration of lobster hemocyanin. — Biol. Bull., 108: 290-295.

LAYNE, E., 1957. Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring proteins. — *In*: S. P. Colowici and N. O. Koplan (Eds.). Methods in Enzymology, Academic Press, Inc., New York, Vol. 3, 450 p.

LEONE, C. A., 1953. Preliminary observations on intraspecific variation of the levels of total protein in the sera of some decapod crustacea. — Science, 118: 295-296.

STEWART, J. E., J. R. DINGLE and P. H. ODENSE, 1966. Constituents of the hemolymph of the lobster, *Homarus americanus* Milne Edwards. — Can. J. Biochem., 44: 1447-1459.

STEWART, J. E., J. W. CORNICK, D. M. FOLI, M. F. LI and C. M. BISHOP, 1967a. Muscle weight relationship to serum proteins, hemocytes, and hepatopancreas in the lobster, *(Homarus americanus)*. — J. Fish. Res. Bd Can., 24: 2339-2354.

STEWART, J. E., J. W. CORNICK and J. R. DINGLE, 1967b. An electronic method for counting lobster *(Homarus americanus)* (Milne Edwards) hemocytes and the influence of diet on hemocyte numbers and hemolymph proteins — Can. J. Zool., 45: 291-304.

STEWART, J. E. and J. R. DINGLE, 1968. Characteristics of hemolymphs of *Cancer irroratus*, *C. borealis and Hyas coarctatus*. — J. Fish. Res. Bd Can., 25: 607-610.

STEWART,D J. E. and M. F. LI, 1969. A study of lobster *(Homarus americanus)* ecology using serum protein concentration as an index. — Can. J. Zool., 47: 21-28.

Naturaliste can., 105: 461-466 (1978).

NITROGEN FERTILIZATION AND MYCORRHIZAE OF BALSAM FIR SEEDLINGS IN NATURAL STANDS

J. P. TÉTREAULT, B. BERNIER and J. A. FORTIN

Département d'écologie et pédologie
Faculté de foresterie et géodésie, Université Laval, Québec, G1K 7P4

Résumé

Cette étude visait à déterminer la nature des effets à court et long termes provoqués par une fertilisation à l'urée sur les ectomycorrhizes de plantules de Sapin baumier en forêt naturelle. Après une saison de croissance, les fertilisations à fortes doses d'urée ont provoqué une réduction du nombre moyen d'ectomycorrhizes par semis. Mais trois années après l'application d'urée, le nombre moyen de mycorrhizes et de racines longues ne différaient pas significativement du témoin. L'effet de différentes formes azotées et la mortalité résultant de fortes applications d'urée sont également discutés.

Abstract

The purpose of this study was primarily to determine the short term and long term effects of urea fertilization on ectomycorrhizae of balsam fir seedlings growing in natural stands. High rates of urea application significantly reduced the average number of ectomycorrhizae per seedlings, after one growing season. But three years after fertilization, the average number of ectomycorrhizae and of long roots per seedling did not differ significantly from the control. The effect of different nitrogen sources and the mortality resulting from high applications of urea are also discussed.

Introduction

The purpose of this study was primarily to determine the short term and long term effects of nitrogen fertilization on ectomycorrhizae of balsam fir growing in natural stands. In the soils of boreal forests, ectomycorrhizae predominate widely on the root systems of trees. Harley (1969) and Bowen (1973) stressed the importance of ectomycorrhizae in the mineral nutrition of forest trees. Zak (1964), Marx (1971), and Richard *et al.* (1971) confirmed the role of ectomycorrhizae in the protection of trees against certain pathogenic infections.

The necessity of ectomycorrhizae for forest trees in their natural habitat is no longer contested; however it must be kept in mind that this association is very sensitive to any change in the environment. Chemical modifications such as addition of fertilizers and biocides are likely to drastically modify the populations of microorganisms in the soil including the growth of ectomycorrhizal fungi. Consequently such modifications could alter the relationships between the fungi and the roots leading to morphological and physiological changes in the ectomycorrhizae. Several results have been obtained concerning the effects of nitrogen applications on the behaviour of ectomycorrhizae, but in no case were the experiments conducted in natural forests (Bjorkman 1949; Handley and Sanders, 1962; Marks and Kozlowski, 1973).

Materials and methods

All experiments were carried out in Montmorency Experimental Fores

(Rowe's forest region B.1a) in a 5 to 70 years old balsam fir (*Abies balsamea* (L.) Mill.) stand growing on the Laurentide soil, a well-drained orthic ferro-humic podzol with basal-till parent material.

A first study was conducted to determine the survival of young seedlings, 1-5 years old, following urea applications at rates equivalent to 112, 114 and 448 kg N/ha. The granular urea was uniformly spread over each circular plot (30-cm diameter) and 8 replications were made. The fertilizer was applied at bud breaking time and the survival of the seedlings was recorded during the fall of the first year.

In a second study, seedlings of 5 and 6 years of age were selected to determine the impact of fertilization on the number of ectomycorrhizae and long roots. This was done after one growing season for 1-m^2 plots and after three growing seasons for 200-m^2 plots. Granular urea was applied at 112, 224 and 336 kg N/ha rates with 5 replications for small plots and 2 replications for the larger ones. By the end of the first and third growing season, some seedlings were randomly collected in each plot and kept in moist vermiculite or fresh moss at 4-5°C. Each seedling was examined under binocular (5X) and only those with intact root systems were used for further observations. The short roots with the following morphological characteristics were considered as ectomycorrhizae: round-apex and presence of a fungal mantle. At times, these characteristics may be misleading; in such cases, hand sliced root sections were colored and mounted in coton-blue lactophenol (Richard *et al.*, 1971) and the presence of the fungal mantle and of the Hartig net were used as criteria for the formation of an ectomycorrhiza. Roots of variable dimensions *showing a sharp* apex and a noticeable *'berized surface* with epidermal desquamation and the absence of fungus mantle were considered as long roots.

A third study aimed at determining the effects of different sources of nitrogen on the number of mycorrhizae and long roots. It was conducted in a pre-established, randomized block fertilization trial (200-m^2 plots) including the following individual fertilizer treatments: ammonium nitrate, ammonium sulphate, urea, urea-formaldehyde (UF), and sulphur-coated urea (SCU) applied at 224 kg N/ha with two replications in each treatment. Three years after fertilizer application, examination of the root system of the seedlings (5 and 6 years old) was carried out as described previously.

Results

SURVIVAL OF 1 TO 5 YEARS OLD SEEDLINGS AFTER UREA FERTILIZATION

Regardless of the seedlings age, an increase in mortality corresponding with higher applications of urea was observed (fig. 1). Consequently, the highest rate of mortality was induced with a urea application rate of 448 kg N/ha. In this case, the mortality of 1 and 5 years old seedlings reached 95% and 17% respectively. The youngest seedlings were the most affected by high levels of fertilizer treatments. Only a few dead seedlings were recorded after two growing seasons.

IMPACT OF UREA FERTILIZATION ON MYCORRHIZAE

Increasing the rate of fertilization led to a reduction in the average number of ectomycorrhizae per seedling (fig. 2). Indeed, urea application rates of 224 and 336 kg N/ha induced a significant drop in the number of mycorrhizae as compared to the control (SNK test at 5% level, Kirk, 1968). A similar drop was

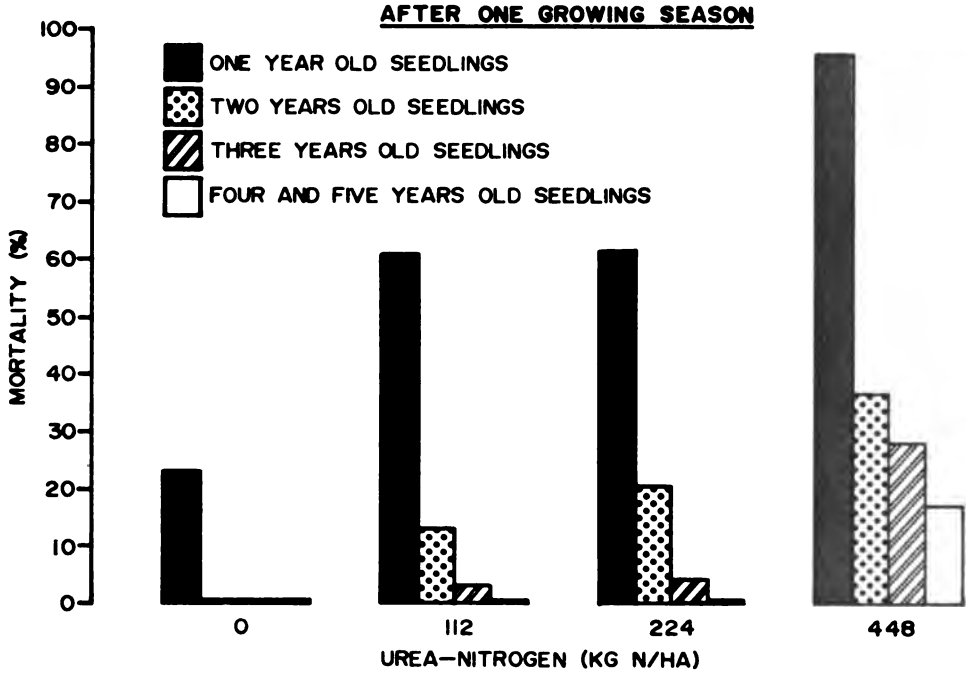


Figure 1. Mortality of balsam fir seedlings at the end of the first growing season following urea application.

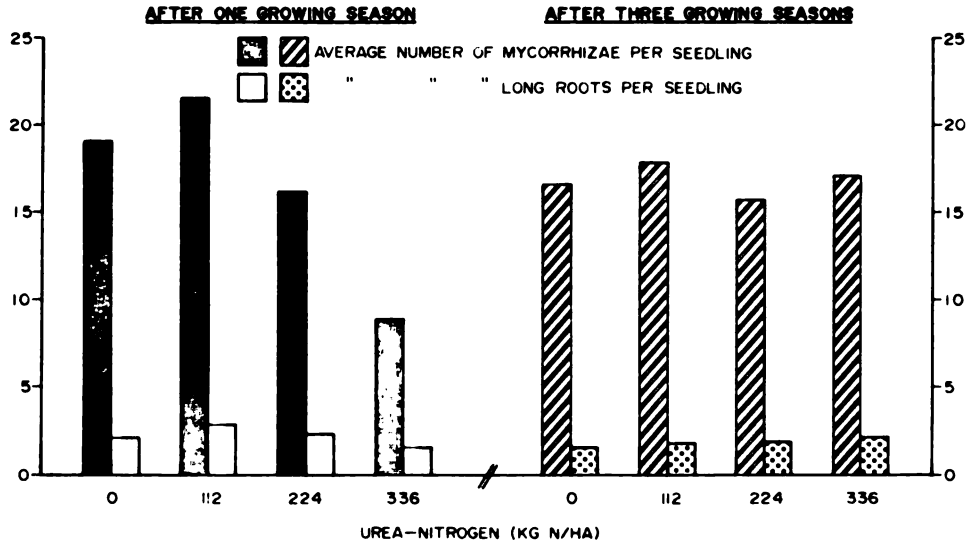


Figure 2. Average number of mycorrhizae and long roots per seedling of balsam fir after one growing season (left) and three growing seasons (right) following urea application.

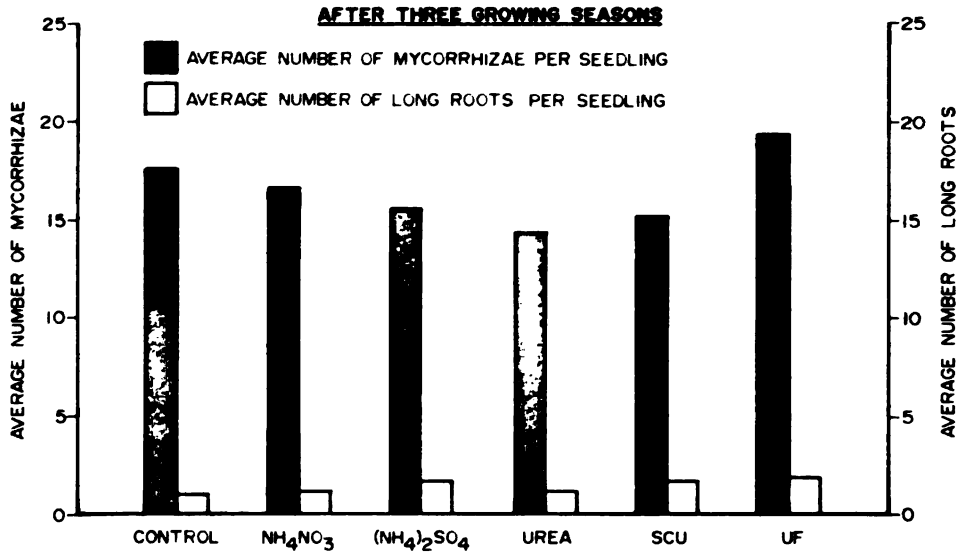


Figure 3. Average number of mycorrhizae and long roots per seedling of balsam fir, three growing seasons after application of 224 kg N/ha of different nitrogen fertilizers.

also noticed with regard to the long roots when 336 kg urea-N/ha were used. Furthermore, the total number of meristems comprising ectomycorrhizae and long roots was reduced by increasing the rate of urea application. In the present case, the increased percentage of long roots per seedlings does not seem to be related to a direct increase in their number but is rather a consequence of a decrease in ectomycorrhizae. However, in the remaining long roots, a high application of urea (336 kg N/ha) stimulated the lengthening of their elongation zone and delayed their suberization. Thus the long roots were much larger and showed high vitality.

Three growing seasons after the application of urea, the average number of ectomycorrhizae or long roots per seedling did not differ significantly from the control (SNK test at 5% level). The variation in the percentage of long roots per seedling was negligible.

EFFECT OF DIFFERENT SOURCES OF NITROGEN ON MYCORRHIZAE THREE YEARS AFTER TREATMENT

Urea fertilization seems to have lowered the average number of ectomycorrhizae while urea-formaldehyde possibly raised it, as compared to the control (fig. 3). However, none of these changes was statistically significant. There was no noticeable difference in the average number of long roots per seedlings after three growing seasons.

Discussion

The oldest seedlings (4-5 years old) survived high applications of urea-fertilizer and a pH rise (Roberge, 1971), because of their more extensive and deeper root system. In fact, the root system of the youngest seedlings (1-3 years old) spreads out evenly within the first centimeters of the raw humus, exactly where the action of urea showed

changes of colour on seedling and mosses. Fertilization with 448 kg urea-N/ha induced a rapid and continous yellowing of the moss stratum, as was also observed by Gagnon (1972). This author also noticed that heavy fertilization killed all seedlings smaller than 5-cm but had no visible effect on the 30 to 60-cm seedlings.

Even if a heavy urea application does not seem to appreciably increase the mortality of the oldest seedlings, it nevertheless contributes to a lowering of the average number of ectomycorrhizae. Thus a decrease in the total number of meristems after heavy urea applications was obtained. It is worthwhile to underline the fact that with very few exceptions ectomycorrhizae were not transformed into long roots. Rather we think that fertilization may have destroyed them directly or more likely changed them into pseudomycorrhizae or dead necrotic rootlets.

In considering some qualitative results obtained one growing season following fertilization, it can be noticed that concentrations of 224 and 336 kg urea-N/ha increased the unsuberized portion of long roots and their dimensions. This could possibly explain in part the death of the youngest seedlings, although excess ammonia was probably a significant factor. It is well known that these long and tender roots, more or less suberized, may leave the door open to pathogenic fungi or nematodes omnipresent in forest soils.

Three years after fertilization, the impact of urea on the average number of ectomycorrhizae or long roots and on the unsuberized portion of root system was no longer apparent. This indicates that equilibrium was gradually restored, following disruption by high levels of urea-N applications. Some indications were obtained showing that a certain stabilization of the mycorrhizal situation had already taken place two years after fertilization.

Although after three growing seasons no significant variation in the average number of ectomycorrhizae or long roots was noticed following treatment with different sources of nitrogen, urea-formaldehyde is the only fertilizer which apparently induced a slight increase in the number of mycorrhizae. This might be attributed to the particular behaviour of this slow-release fertilizer in the soil. It would therefore be interesting to study the impact of these nitrogen fertilizers after only one growing season.

In view of the findings that urea fertilization has far reaching effects on soil microfauna and microflora (Roberge *et al.*, 1968; Weetman, 1970), we can speculate whether the mycorrhizal state of balsam fir seedlings, which is apparently restored after two or three growing seasons following fertilization, is the same as the one which prevailed before treatment. It is conceivable that other fungi, possibly more or less effective than the former ones for nutrient uptake, may have colonized the root system of the young seedlings in which case there could also be some questions as to their capability to efficiently assume the protection of seedlings against pathogenic fungi or nematodes; however, we have no basis to assess that this is the case. More work is needed to answer these questions. They are important when considering the impact of nitrogen fertilization on mycorrhiza development and the survival of balsam fir seedlings in both natural stands and plantations. It would also be interesting to look at the mycorrhizae of mature trees which have deeper root systems.

Acknowledgments

This work was supported by the National Research Council of Canada. Thanks are also addressed to Dr. G. W. Bengtson of Tennessee

Valley Authority, Muscle Shoals, Alabama, for supplying SCU fertilizer, and to Mr. Marcel Brazeau for giving access to his fertilization plots.

References

BJORKMAN, E., 1949. The ecological significance of the ectotrophic mycorrhizal associations in forest trees. — Svensk bot. Tidskr., 43: 223-262.

BOWEN, G. D., 1973. Mineral nutrition of ectomycorrhizae. *In*: G. C. Marks and T. T. Kozlowski (Eds.), Ectomycorrhizae: Their Ecology and Physiology. Acad. Press. New York.

GAGNON, J. D., 1972. Effets de la fertilisation azotée sur certaines plantes du sous-bois et sur la régénération établie. — Serv. can. For., Comm. brèves, N° Q-F-X-35.

HANDLEY, W.R.C. and C. J. SANDERS, 1962. The concentration of easily soluble reducing substances in roots and the formation of ectotrophic mycorrhizal associations — A re-examination of Bjorkman's hypothesis. — Pl. Soil, 16: 42-61.

HARLEY, J. L., 1969. The Biology of Mycorrhiza. — Pl. Sci. Monogr., Leonard Hill, London.

KIRK, R. E., 1968. Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences — Brooks/Cole Publishing Co., California.

MARKS, G. C. and T. T. KOZLOWSKI, 1973. Ectomycorrhizae: Their Ecology and Physiology. — Acad. Press, New York.

MARX, D. H., 1971. Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections. — *In*: E. Hacskaylo (Ed.), Mycorrhizae. USDA For. Serv. Misc. Publ., No. 1189.

RICHARD, C., J. A. FORTIN and A. FORTIN, 1971. Protective effect of an ectomycorrhizal fungus against the root pathogen *Mycelium radicis atrovirens*. — Can. J. For. Res., 1: 246-251.

ROBERGE, M. R., G. F. WEETMAN and R. KNOWLES, 1968. An ecological and microbiological study of urea fertilization and thinning in a black spruce stand. — *In*: C. T. Youngberg and C. B. Davey (Eds.), Tree Growth and Forest Soils. Third N. Am. Forest Soils Conf., Oregon State Univ. Press, Corvallis.

ROBERGE, M. R., 1971. Observations sur le métabolisme de l'urée dans l'humus de trois sapinières du Québec. — *In*: Fertilisation des sapinières naturelles au Québec. Serv. can. For., Comm. brèves, N° Q-F-X-14.

WEETMAN, G. F., 1970. Effects of different forms of nitrogen fertilizer on nutrient uptake by black spruce and its humus and humus mesofauna. — Pulp Pap. Res. Inst., Woodl. Rep., WR/32.

ZAK, B., 1964. Role of mycrorrhizae in root disease. — Ann. Rev. Phytopathol., 2: 377-392.

Naturaliste can., 105: 467-471 (1978).

CALIBRATION DE L'ATMOMÈTRE BELLANI PAR LA MÉTHODE DE PENMAN, LUCEVILLE, QUÉBEC

Jean STEIN et André P. PLAMONDON

Département d'aménagement et de sylviculture
Faculté de foresterie et géodésie, Université Laval, Québec, G1K 7P4

Résumé

L'évaporation latente est mesurée à la pépinière de Luceville à l'aide de l'atmomètre Bellani. Le facteur de conversion trouvé en comparant la quantité d'eau évaporée à l'évapotranspiration potentielle calculée par la méthode de Penman est de 0,01 cm/ml.

Abstract

Latent evaporation was measured at Luceville nursery with a Bellani atmometer. The conversion factor found by comparing evaporation with potential evapotranspiration calculated by Penman's method is 0,01 cm/ml.

Introduction

L'atmomètre Bellani à plaque noire est un instrument servant à mesurer le pouvoir d'évaporation de l'air ou l'évaporation latente. Celle-ci est une mesure de la propriété desséchante de l'air (Holmes et Robertson, 1958). Cet appareil est influencé par le rayonnement solaire, la vitesse du vent, l'humidité de l'air et la température, comme le sont les plantes (Robertson et Holmes, 1959; Wilcox, 1963). Il est plus relié linéairement à l'évapotranspiration potentielle que chacun de ces quatre facteurs pris séparément (Wilcox, 1963). Il est couramment utilisé pour estimer l'évapotranspiration potentielle au-dessus d'une surface quelconque.

Plusieurs auteurs (Gray, 1972; Holmes et Robertson, 1958; Mukammal, 1961; Robertson et Holmes, 1959; Wilcox, 1963) ont étudié cet appareil. L'atmomètre Bellani est un instrument composé d'un disque en céramique mince poreux et noir, de 7,5 cm de diamètre, qui est relié par un tube de verre à une burette graduée. Ainsi, la quantité d'eau évaporée, qui s'exprime en ml, doit être transformée par un facteur approprié en lame d'eau potentiellement évaporable (Robertson et Holmes, 1959). Le but de ce travail est d'estimer le facteur de conversion s'appliquant à Luceville, en comparant la quantité d'eau évaporée à l'évapotranspiration potentielle calculée à l'aide de la méthode de Penman (1948).

La liste des symboles utilisés est présentée en annexe.

Site expérimental, instrumentation et méthodes

L'expérience a lieu à la pépinière du Ministère des terres et forêts à Luceville située à 320 km au nord-est de Québec et à 3 km au sud du fleuve Saint-Laurent (fig. 1). La pépinière couvre une quarantaine d'hectares de sable loameux dérivant de plages marines. Les données sont recueillies dans le secteur expérimental (bloc 67) du 14 mai au 23 septembre 1975. Il y pousse du pin gris (Pinus banksiana Lamb.) 1 + 0 et de

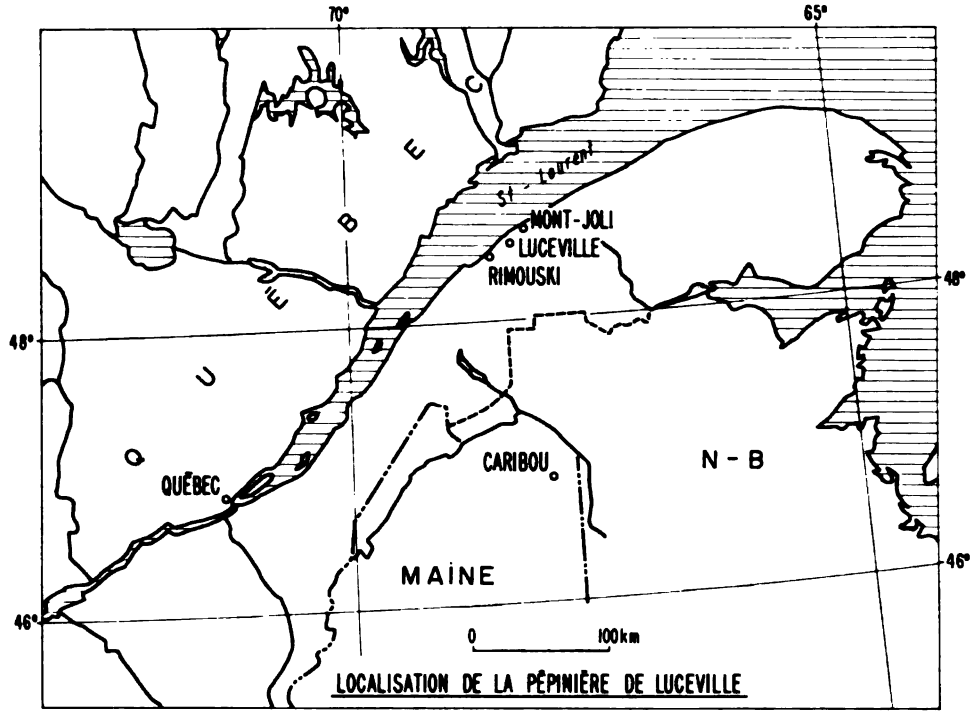


Figure 1. Localisation de la pépinière de Luceville.

l'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss.) 1 + 0. L'emplacement des instruments utilisés est indiqué à la figure 2.

L'évaporation latente est mesurée à l'aide de trois atmomètres Bellani à plaque noire (Robertson et Holmes, 1959) installés à 90 cm au-dessus du sol. La moyenne des trois lectures est utilisée pour cette calibration. L'évapotranspiration potentielle est calculée à l'aide de la méthode de Penman (1948) dont l'équation s'énonce comme suit:

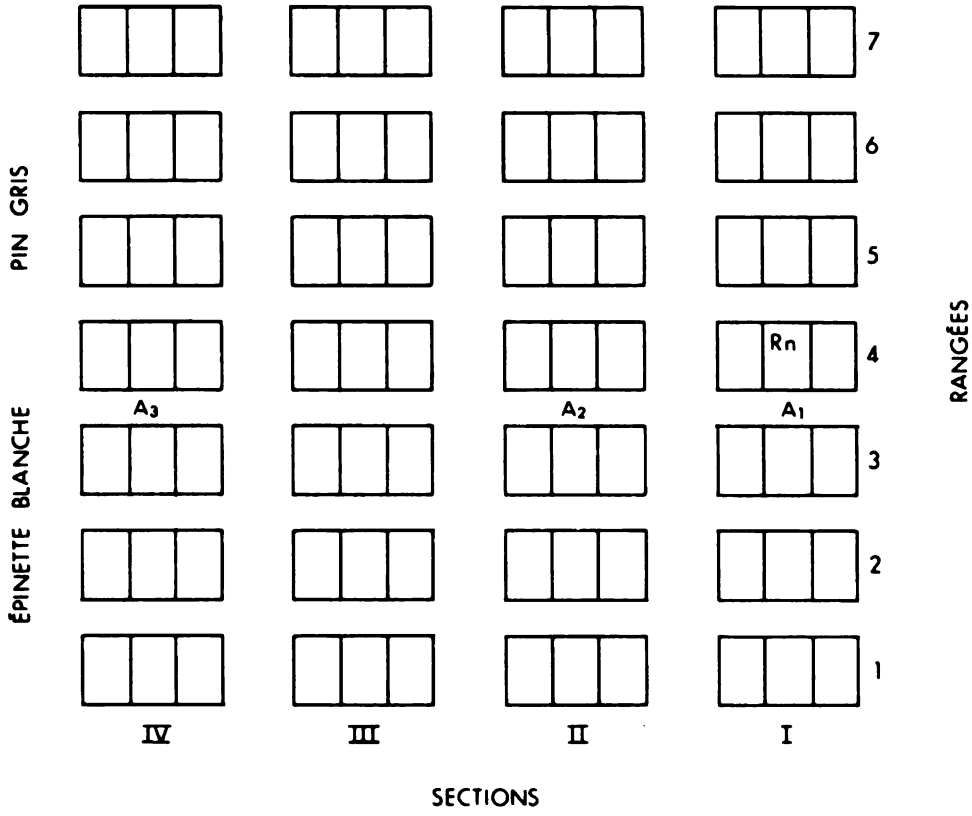
$$ETP = \Delta R_n + \gamma E_a / (\Delta + \gamma) \quad (1)$$

$$\text{où } E_a = 0{,}35\,(e_s - e_a)\,(1 + u/100) \quad (2)$$

Le rayonnement net est mesuré à l'aide d'un bilanmètre avec dôme de polyéthylène (Funk, 1959; Swissteco, type S-1) installé à 50 cm au-dessus de la plate-bande. Une pompe à aquarium pousse l'air à travers un tube contenant du gel de silice et est employée pour assécher les boucliers de polyéthylène. Début de la période d'étude, le signal du capteur est intégré continuellement (Black *et al.*, 1974), et imprimé à toutes les 30 minutes, à l'aide d'un synchroniseur et d'un compteur d'impulsions imprimeur (Sodeco, PL103). Plus tard, à cause d'un problème technique, le signal est enregistré continuellement sur un potentiomètre enregistreur (Easterline-Angus, modèle T171B) et le rayonnement net est obtenu en fonction du temps.

Les données météorologiques standard proviennent de deux endroits. La température moyenne journalière est prise à une station météorologique située à 1 km du site expérimental. La vitesse du vent et la pression de vapeur d'eau sont obtenues à la station de l'aéroport de Mont-Joli situé à 10 km à l'est du site expérimental, et à une altitude approximativement identique.

Dans les calculs, nous tenons compte de la chaleur latente de vaporisation (L)



A = Atmomètre
Rn = Bilonmètre

Figure 2. Emplacement des instruments par rapport aux plates-bandes.

qui varie en fonction de la température T_a. L'équation suivante est utilisée pour ajuster ce paramètre.

$$L = 597 - 0{,}56\ T_a \qquad (3)$$

Le rayonnement net positif est employé au lieu du rayonnement net total et cela pour des raisons purement techniques. Le facteur de culture employé pour obtenir l'évapotranspiration potentielle à partir de l'évaporation au-dessus d'une surface d'eau libre, est basé sur les suggestions de Penman (1948). Étant donné que la végétation constituée de semis ne recouvre qu'environ 10% de la superficie et que le reste du sol est nu, le facteur de culture est fixé à 0,85.

Pour la calibration, on n'utilise que les données provenant de journées pour lesquelles les données mesurées de rayonnement net et de l'atmomètre sont complètes.

Résultats et discussion

Les facteurs de conversion entre les lectures de l'atmomètre et les résultats obtenus par la méthode de Penman sont établis pour certains jours. Ensuite, la moyenne des valeurs journalières est calculée pour chaque mois et pour la saison. Les lectures de l'atmomètre varient dans le même sens que celles de l'évapotranspiration. Les mois de juin et

TABLEAU I

Facteurs de conversion des lectures de l'atmomètre Bellani

Mois	*Nombre de valeurs*	*Atmomètre (ml)*	*Penman (cm)*	*Facteur de conversion (cm/ml)*
Mai	9	35	0,36	0,010
Juin	5	42	0,46	0,011
Juillet	4	38	0,36	0,010
Août	12	35	0,34	0,010
Septembre	8	29	0,26	0,009
Total	38			
Moyenne		35	0,35	0,10

septembre semblent donner un facteur différent mais considérant le peu de données disponibles ceci peut s'expliquer par un agencement différent des facteurs vent, rayonnement et pression de vapeur (tableau I).

Le facteur de conversion obtenu est égal à 0,01 cm par ml évaporé et est légèrement supérieur à celui de 0,0085 trouvé par Robertson et Holmes (1959). Ceci est logique, car les instruments utilisés dans leur étude sont installés à 120 cm au-dessus d'une surface végétale. Comme la vitesse du vent est généralement moins grande à 90 cm qu'à 120 cm, nous devons nous attendre à obtenir un facteur de conversion plus grand pour avoir la même évaporation. Aussi, la pression de vapeur d'eau étant généralement plus élevée à 90 cm qu'à 120 cm; l'évaporation latente est réduite et le facteur de conversion doit être augmenté. De plus, le facteur de conversion employé par Robertson et Holmes (1959) est établi à partir de la méthode de Thornthwaite qui ne tient pas compte de la vitesse du vent et de la pression de vapeur d'eau dans l'air.

Conclusion

Le facteur de conversion pour évaluer *l'évapotranspiration* potentielle à partir *de l'atmomètre* Bellani à plaque noire est égal à 0,01 cm par ml à la pépinière de Luceville. À l'aide de ce facteur, il est maintenant possible d'évaluer les besoins en eau de la pépinière sans utiliser la méthode de Penman qui est laborieuse et coûteuse.

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions le Service de la restauration du Ministère des terres et forêts, le Conseil national de recherches du Canada, la Direction générale de l'enseignement supérieur pour leur support financier et le Service de météorologie du Ministère des richesses naturelles qui nous a fourni des données nécessaires. Nous tenons à souligner la collaboration de Monsieur R. Henley, directeur de la pépinière de Luceville et Monsieur R. St-Arnaud, directeur du laboratoire de cartographie de la Faculté de foresterie et géodésie. Nos remerciements s'adressent aussi à nos amis qui ont bien voulu accorder un peu de leur temps pour corriger le texte final.

Références

BLACK, T. A., P. A. TANG, C. S. TAN, J. R. CURTIS and K. G. McNAUGHTON, 1974. Measurement techniques used in forest hydrometeorology. — Final Rep. for the Director, Pacif. Forest Res. Centre, Dep. Envir., Victoria, B. C., 78 p.

FUNK, J. P., 1959. Improved polyethylene-shielded net radiometer. — J. Sci. Intr., 36: 367-370.

GRAY, D. M., 1972. Manuel des principes d'hydrologie. — Conseil national de recherches du Canada, 600 p.

HOLMES, R. M. and G. W. ROBERTSON, 1959. Conversion of latent evaporation to potential

evapotranspiration. — Can. J. Pl. Sci., 38: 164-172.

MUKAMMAL, E. I., 1961. Evaporation pans and atmometers. — Proc. Hydrol. Symp. No. 2, Evaporation. Queen's Printer, Ottawa: 84-105.

PENMAN, H. L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. — Proc. R. Soc. London, 193: 120-145.

ROBERTSON, G. W. and R. M. HOLMES, 1959. Estimating irrigation water requirements from meteorological data. — Can. Dept. Agric. Publ. No. 1054, 11 p.

WILCOX, J. C., 1963. Effects of weather on evaporation from Bellani plates and evapotranspiration from lysimeters. — Can. J. Pl. Sci., 43: 1-11.

Liste des symboles

Symbole	*Description*	*Unités*
AT	Lectures de l'atmomètre	ml
E_a	Évaporation à partir d'une surface d'eau libre qui aurait la température de l'air.	mm j^{-1}
ETP	Évapotranspiration potentielle.	mm j^{-1}
L	Chaleur latente.	ca l gr^{-1}
Rn	Rayonnement net.	ly j^{-1}
T_a	Température de l'air.	°C
Δ	Pente de la courbe de la fonction donnant la pression de vapeur saturante en fonction de la température de l'air.	mm Hg $°C^{-1}$
γ	Constante dans l'équation de Penman permettant d'avoir des unités consistantes (,27).	mm Hg $°C^{-1}$
e_a	Pression de vapeur de l'air.	mm Hg
e_a	Pression de vapeur saturante de l'air à la température T_a.	mm Hg
u	Vitesse du vent mesuré à 2 m.	mile j^{-1}

Naturaliste can., 105: 473-478 (1978).

COMPOSITION CHIMIQUE DE *SALICORNIA EUROPAEA L.*

G. POULIN, D. BOURQUE, S. EID et K. JANKOWSKI

Faculté des sciences et de génie, Université de Moncton, Moncton, Nouveau-Brunswick

Résumé

On étudia certains aspects de la composition chimique de *Salicornia europaea* (chenopodiacée) en fonction des stades de son cycle vital. On y analyse la teneur en eau, en cendres totales, en certains éléments minéraux comme le sodium, le potassium, le magnésium, le phosphore, le calcium, le fer et l'iode, en fibres, en calories, en acides aminés, en azote total et protéines. Nos résultats indiquent des particularités alimentaires très spéciales, comme une teneur de 5,3mg/100g en fer de la plante fraîche.

Abstract

We have studied some aspects of the chemistry of *Salicornia europaea* (Chenopodiaceae) in terms of the stages of their life cycle. We have analysed their content of water, of total ashes, of some mineral elements (sodium, potassium, magnesium, phosphorus, calcium, iron and iodine) of fibers, of calories, of amino acids, of total nitrogen and of proteins. Our results show some very special characteristics, such as an iron content of 5,3mg/100g in fresh tissue.

Introduction

Depuis quelques années notre groupe de recherche est intéressé, à l'étude du potentiel de nouveaux produits alimentaires. Nos efforts sont concentrés sur une plante indigène des marais salés de l'est du Canada, *Salicornia europaea* L., cette plante étant utilisée comme aliment depuis plusieurs centaines d'années, en Europe et en Amérique du Nord. Il est surprenant de constater que la littérature ne contient que très peu de références sur la valeur nutritive des Salicornes ou sur leur composition chimique. Nous présentons ici certains résultats qui nous permettront de déterminer l'importance que peut avoir les Salicornes dans l'éventualité d'une production commercialisée, intéressante pour le développement régional.

Langlois (1971) étudia l'évolution des glucides solubles chez *Salicornia stricta* Dumort. (Syn. *S. europaea* L.) en fonction du rythme d'immersion dans une solution nutritive (Holmes no. 7) additionnée de 10 g de NaCl par litre de solution. Une double immersion journalière entraîne une diminution de sucre dans les tissus alors que l'absence d'immersion provoque une accumulation de saccharose dans les organes aériens lors de la floraison. Seule, une immersion quotidienne permet d'obtenir une évolution des glucides comparable à celle qui se réalise chez les plantes sauvages. Langlois (1971a) observa également qu'une immersion bi-quotidienne dans l'eau salée produit des tissus végétaux trois fois plus riche en matière protidique qu'une immersion unique. Noël (1968) démontra chez *S. stricta* que la teneur des tissus en protides diminue lorsque la salinité augmente, les Salicornes étant cultivées sans immersion.

Langlois (1968) étudia la concentration en matières minérales et la teneur

en azote total en fonction des stades du cycle vital de *S. stricta*. La teneur en azote total se situait près de 2% du poids sec, sauf chez les très jeunes pousses ou la concentration était près de 3%. La teneur en matière minérale augmente chez l'adulte pour ensuite diminuer chez les spécimens très agés, la teneur moyenne chez les plantes juvéniles est de 28,7% du poids sec, 44,0% chez les plantes adultes et de 36,0% chez les plantes les plus agées.

Finalement, Gorham et Gorham (1955) remarquèrent chez les Salicornes adultes un contenu très élevé en fer et en manganèse, soit 6,8 et 3,0mg/100g. de poids sec respectivement.

Matériel et méthodes

Les plantes utilisées proviennent des marais salés du sud-est du Nouveau-Brunswick. L'échantillonnage des spécimens à analyser tient compte de l'évolution du cycle vital des plantes (pousses, plantes juvéniles et adultes). On a utilisé des spécimens fraîchement récoltés sauf pour les plantes adultes où on compara les plantes fraîches et congelées (6 mois). Les échantillons furent classifiés en fonction de certaines variations morphologiques importantes (coloration, taille et fibrosité).

Analyse minérale (Na, P. Mg, K, Ca, Fe et I) des Salicornes. La digestion de la plante fut effectuée avec de l'acide nitrique et de l'acide perchlorique. L'analyse du sodium, du potassium, du calcium, du magnésium et du fer a été faite avec un spectrophotomètre à absorption atomique (Jarrell Ash 810) (Price, 1972, Ramirez-Munoz, 1968). Pour la détermination du phosphore, la technique colorimétrique au vanadate-molybdate fut employée (S.M.E.W. W., 1971). Pour la détection de l'iode, *deux méthodes* différentes furent utili-*es; on détermina* l'iode total ainsi que l'iode libre avec un potentiomètre (Metrohm Herisau) couplé avec un potentiographe E336A utilisant des électrodes de calomel et de platine, l'iode organique fut dosé sur un spectromètre de masse (Hitachi RM50) (Skoog et West, 1971). On analysa deux échantillons formés d'un homogénat de plusieurs plantes d'âges et de formes morphologiques différentes pour la détermination de l'iode, pour les autres minéraux on employa de 16 à 24 échantillons pour chacune des catégories retrouvées dans le tableau I.

Les fibres furent isolées par la digestion des tissus de Salicorne avec de l'acide sulfurique (1,25%) et de l'hydroxyde de sodium (1,25%) selon la méthode décrite dans AOAC (1975).

La valeur nutritive (en calories) fut déterminée avec une bombe calorimétrique. On utilisa des Salicornes adultes qui avaient été congelées pendant quelques mois. Six réplicats d'un homogénat furent dosés (Parr).

L'eau et les cendres totales purent être dosés lorsque la procédure des différentes analyses demandait une combustion dans un four.

La détermination de l'azote total fut effectuée d'après la méthode de Kjeldahl, soit par digestion d'un broyat de plante par H_2SO_4, K_2SO_4 et $HgSO_4$, puis distillation dans l'acide borique en présence de $NaOH$-$Na_2S_2O_3$, et la titration du distillat avec de l'acide sulfurique en présence de l'indicateur Taschiro. La teneur en protéines est ensuite calculée à partir du dosage de l'azote total. Un minimum de 16 réplicats furent analysés pour chacune des étapes du cycle vital des Salicornes qui ont été étudiées.

Les acides aminés furent analysés avec un analyseur automatique d'acides aminés (P.E. 3). Chaque échantillon (2) contenait 20 plantes de provenance

différente et de formes morphologiques variées, deshydratées sous vide et réduites en poudre. Les protéines furent extraites et hydrolysées selon la procédure décrite par Moore et Stein (1963).

Résultats et discussion

Les Salicornes ont une morphologie très spéciale, c'est-à-dire que tous les organes aériens sont soudés ensemble, donc il est pratiquement impossible de séparer les organes pour les analyser individuellement. Les résultats présentés ici proviennent de l'analyse de l'ensemble des organes aériens des Salicornes, ce qui pourrait partiellement justifier certaines données obtenues.

Nous présentons nos résultats dans les trois tableaux (I, II, III). D'abord l'analyse biochimique et minérale est donnée dans le tableau I et l'analyse du contenu des Salicornes en acides aminés est présenté dans le tableau II. Finalement le tableau III contient des comparaisons entre les certaines Salicornes analysées (adultes fraîches et congelées, graines germées) et différentes plantes commestibles populaires.

Le tableau I donne les résultats des analyses en fonction du cycle vital,

TABLEAU I

Analyse biochimique et minérale de *S. europaea*

Échantillons	*Pourcentage du poids sec*							
	Na	*P*	*Mg*	*K*	*Ca*	*Fe*	*N total*	*Protéines*
Graines	0,72	0,67	0,37	0,21	0,01	0,041	5,34	33,39
Graines germées[1]	6,05	0,57	0,74	1,28	0,25	0,333	3,75	23,43
Pousses nettoyées des restes des graines[1]	7,47	0,64	0,50	1,85	0,25	0,051	5,29	33,08
Pousses vertes germées en nature	13,88	0,48	1,37	1,47	0,57	0,274	2,35	14,68
Pousses rouges germées en nature	14,77	0,23	1,12	1,62	0,36	0,094	0,96	6,02
Plantes juvéniles, 4 cm.	13,58	0,26	1,16	1,07	0,35	0,069	2,65	16,58
Jeunes plantes, 5-7 cm., Memramcook	13,88	0,31	0,95	1,37	0,29	0,118	2,10	13,11
Jeunes plantes, 5-7 cm., Cap Pelé	14,35	0,22	1,31	1,19	0,32	0,085	2,03	12,66
Plantes fraîches, adultes Memramcook.[2]	13,96	0,28	0,97	1,16	0,28	0,053	1,90	11,87
Plantes adultes, Cap Pelé, congelées six mois.							1,73	10,83
Plantes vertes foncées	9,37	0,26	0,76	1,72	0,19	0,036	—	—
Plantes vertes pales	8,18	0,23	0,75	1,79	0,18	0,027	—	—
Plantes rouges	8,00	0,25	0,69	1,60	0,15	0,018	—	—
Grandes plantes fibreuses	8,37	0,17	0,87	2,39	0,18	0,031	—	—
Plantes adultes sans graines	—	—	—	—	—	—	1,27	7,96
Plantes adultes rouges, fraîches	—	—	—	—	—	—	1,81	11,32
Plantes adultes, Barachois	—	—	—	—	—	—	1,52	9,76

[1] Les pousses ne possèdent alors que les deux cotylédons. Les pousses ont germé dans un sac de polyéthylène à 40°C et à humidité relative de 100%.

[2] Une plante est considérée adulte entre 15-20 cm.

variations morphologiques et écologiques. On remarque, par exemple, que le sodium et le magnésium augmente appréciablement au début de la croissance pour ensuite décliner à la maturité de la plante. Par contre, la teneur en phosphore et en protéine décline considérablement avec l'âge des plantes.

Les résultats du tableau II indiquent d'une part, un contenu en acides aminés assez élevé, et d'autre part, la présence de tous les acides aminés essentiels.

L'analyse chimique des Salicornes par 100g de tissus nous montre deux résultats particulièrement intéressant, soit le contenu très élevé en fer et en calories. Par exemple, le contenu en fer des Salicornes congelées est deux fois plus élevé que les pois verts et trois fois plus énergétique. Cependant, les produits frais, Salicornes adultes et graines germées, démontrent des contenus encore beaucoup plus élevés en fer que les autres plantes commestibles, dont les épinards, reconnues comme source importante de cet élément.

La très haute teneur en cendre, jusqu'à 66% du poids sec chez certains spécimens étudiés est certainement un élément très positif pour une utilisation accrue de cette plante. Les minéraux majeurs que nous avons étudiés, soit le sodium, le phosphore, le potassium, le calcium, le fer, le magnésium et l'iode, ne forment que de 18 à 21% des minéraux présents dans les cendres, le sodium constituant à lui seul de 12 à 15% de ce total. On connaît maintenant le rôle prépondérant que tiennent les éléments mineurs dans la nutrition humaine, on pourrait supposer que plusieurs de ces éléments, dont le cuivre, cobalt, soufre, zinc, fluor, bore, aluminium, silicium, nickel, sélénium et *molybdène, constituraient* un pourcen*age significatif des* cendres non identifiées, le manganèse seul ayant déjà été mis en évidence (Gorham et Gorham, 1955).

TABLEAU II

Analyses des acides aminés de *S. europaea*

	Échantillons		
	1	*2*	*3*
Azote total (% poids sec)	1,445	1,245	1,345
Protéines (% poids sec)	9,04	7,78	8,41
Acides aminés (mg/gN)			
Acide aspartique	549	551	550
Thréonine (0.50g)*	267	270	268,5
Sérine	270	272	271
Proline	260	264	262
Acide glutamique	655	646	650,5
Glycine	301	300	300,5
Alanine	326	321	323,5
Valine (0,80 g)	311	310	310,5
Cystine	81	92	86,5
Méthionine (1.1g)	69	74	71,5
Isoleucine (0.70g)	261	255	258
Leucine (1.1g)	475	469	472
Tyrosine	204	205	204,5
Phénylalanine (1,1g)	293	283	288
Lysine (0,80g)	329	324	326,5
Histidine	96	93	94,5
Tryptophane (0.25g)	71	75	73
Arginine	260	257	258,5

* Nous avons indiqué entre parenthèses la quantité de ces acides aminés essentiels requise journalièrement (Selon Heinz Handbook of Nutrition, McGraw-Hill Book Comp. 1959).

Les Salicornes, dans le folklore traditionnel, sont considérées comme des plantes riches en iode. À cause de cette réputation, nous avons déterminé la teneur de cette plante en iode organique, inorganique et en iode total. Les résultats furent négatifs, à peine des traces de cet élément purent être décelées.

La teneur en fibres des Salicornes est relativement très importante, les fibres devenant même un obstacle majeur à la mise en marché chez les spécimens trop agés. La teneur peut varier de 5% à plus de 20% du poids sec de la plante,

TABLEAU III

Analyse chimique de *S. europaea* et comparaison avec des aliments connus*

	Analyse de 100g. de tissus								
	Eau g	*Protéines g*	*Calories Cal*	*Cendres g*	*Na mg*	*P mg*	*Ca mg*	*Fe mg*	*K mg*
Produits congelés									
Salicorne	87,2	1,38	279	8,5	1090	29	23	3,7	235
Choux de Bruxelles	88,4	3,3	36	0,9	11	64	31	1,2	300
Pois vert	80,3	5,7	83	0,8	270	92	24	1,8	96
Produits frais									
Salicorne	90,0	1,2	—	—	1396	28	28	5,3	116
Chou nature	92,4	1,4	24	0,8	5	31	46	0,5	230
Céleri	93,7	1,3	18	1,1	110	40	50	0,5	300
Laitue en pomme	94,8	1,2	15	0,9	12	25	22	0,5	140
Épinard	92,7	2,3	20	1,5	82	55	81	3,0	780
Concombre	96,1	0,7	12	0,4	0,9	21	10	0,3	230
Graines germées									
Salicorne	82,5	4,1	—	—	1059	100	44	58,3	224
Blé	11,0	25,2	361	4,3	2	1096	84	8,1	780

* Selon le Heinz Handbook of Nutrition, McGraw-Hill Book Comp. 1959.

10% étant la limite acceptable pour la consommation fraîche.

On observera qu'il manque quelques données dans les tableaux I et III, notamment la teneur en cendres totales de la Salicorne fraîche et des germes de Salicornes. Notre technique d'analyse demandait alors une digestion humide à partir de produit frais et un manque de spécimens de la même récolte nous empêcha de faire une combustion au four pour compléter les données. À plusieurs reprises nous avons effectué une combustion de spécimens de Salicornes, les limites en teneur de cendres obtenues alors se situaient entre 44% et 67% du poids sec des échantillons, ces résultats n'ayant aucune corrélation significative avec l'âge des plantes ou leur provenance.

Conclusion

Il semble évident que les Salicornes peuvent se comparer avantageusement avec la plupart des autres légumes verts tant pour leurs calories, le pourcentage élevé de fibres, leurs protéines et leur teneur en acides aminés. Mais, dans le domaine de la matière minérale, les Salicornes sont uniques, ayant des concentrations en minéraux de cinq à six fois plus élevées que ses plus proches rivaux.

Les résultats des analyses chimiques effectuées avec les Salicornes montrent sans doute que cette plante pourrait occuper une place de tout premier plan parmis les plantes commestibles, advenant une culture commerciale généralisée. Notamment, grâce à son contenu minéral prononcé, cette plante pourrait remplacer plusieurs plantes vertes et même jouer un rôle important dans les diètes spécialisées.

Remerciements

Nous remercions le Dr. J. M. McLaughlan de la Direction générale de la Santé et du Bien-être

social du Canada pour son aide très importante en effectuant pour nous l'analyse des acides aminés des Salicornes. Ces travaux de recherches sur les Salicornes sont subventionnés par le Conseil national de recherches du Canada.

Références

ALAN, J.E., 1958. Atomic-absorption spectrophotometry with special reference to the determination of magnesium. — Analyst, 83: 466-471.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. — 12th ed. Ass. Official Analyt. Chem., Washington, D.C. 1094 p.

DAVID, D. J., 1959. Determination of calcium in plant material by atomic-absorption spectrophotometry. — Analyst, 84(1002): 536-545.

GORHAM, A. V. and E. GORHAM, 1955. Iron, Manganese, ash and nitrogen in some plants from salt marsh and single habitats. — Ann. Bot., N.S., 19(76): 571-577.

JONES, D. I. H. and T. A. THOMAS, 1965. The determination of magnesium in plant material and serum by atomic-absorption spectrophotometry. — Hilger J., 9(3): 39.

LANGLOIS, J., 1968. Matières minérales et azote total chez *Salicornia stricta* Dumort. — Bull. Soc. linn. Normandie, Ser. 10(9): 149-157.

LANGLOIS, J., 1971. Influence du rythme d'immersion sur la croissance et le métabolisme protéique de *Salicornia Stricta* Dumort. — Oecol. Plant., 3: 227-246.

LANGLOIS, J., 1971a. Influence de l'immersion sur le métabolisme glucidique de *Salicornia stricta* Dumort. — Oecol. Plant., 6(1): 15-23.

MOORE, S. and W. H. STEIN, 1963. Chromatographic determination of amino acids by the use of automatic recording equipment. Methods in Enzymology. Academic Press. N.Y., Vol. 6, 819-831 p.

NOEL, M. C., 1968. Contribution au métabolisme azoté et glucidique chez *Salicornia stricta* Dumort. — Thèse de spécialité, Caen., 143 p.

PARR INSTRUMENT CO., Instruction and methods for Parr Oxygen Bombs. — Manual No. 147. Moline, Illinois., 23 p.

PRICE, W. J., 1972. Analytical atomic absorption spectrometry. — Heyclen & Son Ltd. London., 239 p.

RAMIREZ-MUNOZ, J., 1968. Atomic-absorption spectroscopy and analysis by atomic-absorption flame photometry. — Elsevier Publishing Co., New York, 493 p.

SKOOG, D. A. and D. M. WEST, 1971. 2th Ed. Principles of instrumental analysis. Holt, Rinehart and Winston Inc. N.Y., 835 p.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 1971. 13th Edition. — Am. Public Hlth Ass., N.Y., 874 p.

Naturaliste can., 105: 479-484 (1978).

ADDITIONS À LA FLORE DE L'ABITIBI, QUÉBEC

Yves BERGERON, André BOUCHARD et Gérald N. MASSICOTTE

Département des Sciences biologiques de l'Université de Montréal et Jardin botanique de Montréal, 4101 est, rue Sherbrooke, Montréal, Québec, H1X 2B2

Résumé

Les neuf taxons suivants sont rapportés pour l'Abitibi, Québec: *Asplenium trichomanes, Botrychium lanceolatum, B. matricariifolium, Chrysosplenium americanum, Cornus alternifolia, C. rugosa, Rhus typhina, R. radicans* et *Rubus* sous-genre *Eubatus.*

Abstract

The following taxa have been found in Abitibi, Québec: *Asplenium trichomanes, Botrychium lanceolatum, B. matricariifolium, Chrysosplenium americanum, Cornus alternifolia, C. rugosa, Rhus typhina, R. radicans*, and *Rubus* subgenus *Eubatus.*

Introduction

Rousseau (1974) a inventorié et analysé une bonne partie de la flore vasculaire du Québec-Labrador. De nombreuses années vont s'écouler avant qu'un tel travail soit repris et complété. En attendant, il est souhaitable d'ajouter des données floristiques significatives à cet excellent inventaire, à mesure que des travaux floristiques et écologiques sont effectués dans les différents secteurs du Québec.

Pour faciliter cette mise à jour, nous croyons qu'il est avantageux de suivre le plus possible les divisions géographiques utilisées par Rousseau (1974). Le secteur étudié de l'Abitibi comprend donc, pour ce court article, les trois comtés provinciaux suivants: Rouyn-Noranda, Abitibi-est et Abitibi-ouest avant les modifications de 1972. Nous les présentons sur la figure 1, redessinée à partir de l'ouvrage de Rousseau (1974).

Une analyse attentive des articles traitant de ce secteur nous a indiqué qu'un certain nombre de taxons, trouvés lors d'études écologiques et floristiques effectuées durant les étés 1977 et 1978 aux collines Kekeko (lat.: 48°11′ N; long.: 79°14′ O) et à la réserve d'Aiguebelle (lat.: 48°30′ N; long.: 78°45′ O), étaient inconnus ou très rarement récoltés en Abitibi. D'ailleurs, la plupart des articles pertinents pour l'Abitibi sont inclus dans la bibliographie compilée par Rousseau (1974). De plus, des travaux plus récents, tels que ceux de Gaudreau (1972, 1975), n'avaient pas encore permis de déceler ces taxons pour l'Abitibi. En plus d'avoir revu la littérature scientifique, nous avons consulté les principaux herbiers canadiens pour les neuf taxons discutés dans la présente publication (CAN, DAO, MTJB, MTMG, MT et QFA). La nomenclature suit celle de Marie-Victorin (édition de 1964).

Observations et discussion

Les taxons mentionnés sont classés en trois groupes: 1) Ceux représentant à la fois des additions à la flore de l'Abitibi et des extensions d'aires vers le nord-ouest de la péninsule Québec-Labrador; 2) les espèces représentant à la fois des additions à la flore connue

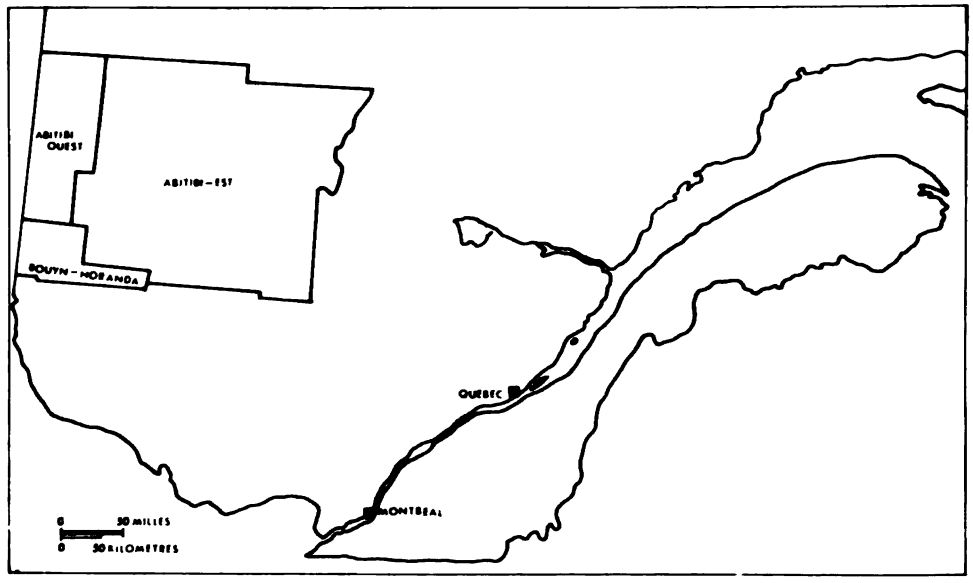


Figure 1. Carte de l'Abitibi (adaptée de Rousseau, 1974).

de l'Abitibi et ayant été rapportées pour des régions situées au sud et au nord du secteur étudié; 3) les espèces qui sont des secondes mentions de plantes très rarement récoltées en Abitibi.

EXTENSIONS D'AIRES VERS LE NORD-OUEST

Asplenium trichomanes L.

Comté Abitibi: Lac La Haye, Aiguebelle, groupement végétal: *Thuja occidentalis, Cladonia, Pinus strobus, Betula papyrifera* et roches dénudées, roche-mère: granitique et calcaireuse; alt.: 1775 pi, 2/9/1972, *L. Gaudreau 1193* (CAN). Comté Rouyn-Noranda: Réserve d'Aiguebelle, escarpement rocheux, 11/7/78, *Y. Bergeron et A. Bouchard s.n.* (MT, CAN); Falaise d'Aiguebelle, éboulis, juin 1973, *P. Martineau, s.n.* (QFA); Mont Kekeko, éboulis d'une falaise rocheuse, flanc sud, 13/9/1977, *G. N. Massicotte, R. G. Massicotte, C. Potvin et L. Villemure 77-36* (MT, CAN); Mont Kekeko, talus d'éboulis, 9/7/78, *Y. Bergeron, A. Bouchard et G. N. Massicotte, s.n.* (MT, CAN). (Fig. 2).

Cette fougère circumpolaire est caractérisée par une grande aire de distribution puisqu'elle se retrouve sur tous les continents, mais plus particulièrement dans l'hémisphère nord. Pourtant, cette espèce, malgré que sa limite boréale en Amérique orientale soit à quelques kilomètres au nord de Corner Brook, Terre-Neuve, près du 49° lat. N (Rousseau, 1974), n'était connue, pour l'ouest du Québec, que de l'Outaouais, de la vallée du Saint-Laurent et des Appalaches.

Plusieurs populations ayant été observées sur les falaises et les talus d'éboulis des collines Kekeko et Abijevis (Réserve d'Aiguebelle), il semble donc que nous pourrions être en présence d'une espèce colonisant des habitats qui ont pu ne pas attirer l'attention des botanistes en Abitibi.

Cornus alternifolia L.f.

Comté de Rouyn-Noranda: Mont Kekeko, forêt humide d'*Abies balsamea* et de *Fraxinus nigra*, 26/6/1977, *A. Bouchard, L. Brouillet et G. N. Massicotte 77-95* (MT, CAN); Mont Kekeko, forêt de *Populus tremuloides* et d'*Acer rubrum*, 24/7/1977, *G. N. Massicotte et R. G. Massicotte 77-96* (MT, CAN); Réserve d'Aiguebelle, forêt dominée par *Abies balsamea* et *Betula papyrifera*, 5/8/1978, *Y. Bergeron, s.n.* (MT, CAN). (Fig. 2)

Ces récoltes constituent des additions à la flore connue de l'Abitibi et représentent aussi des extensions d'aires

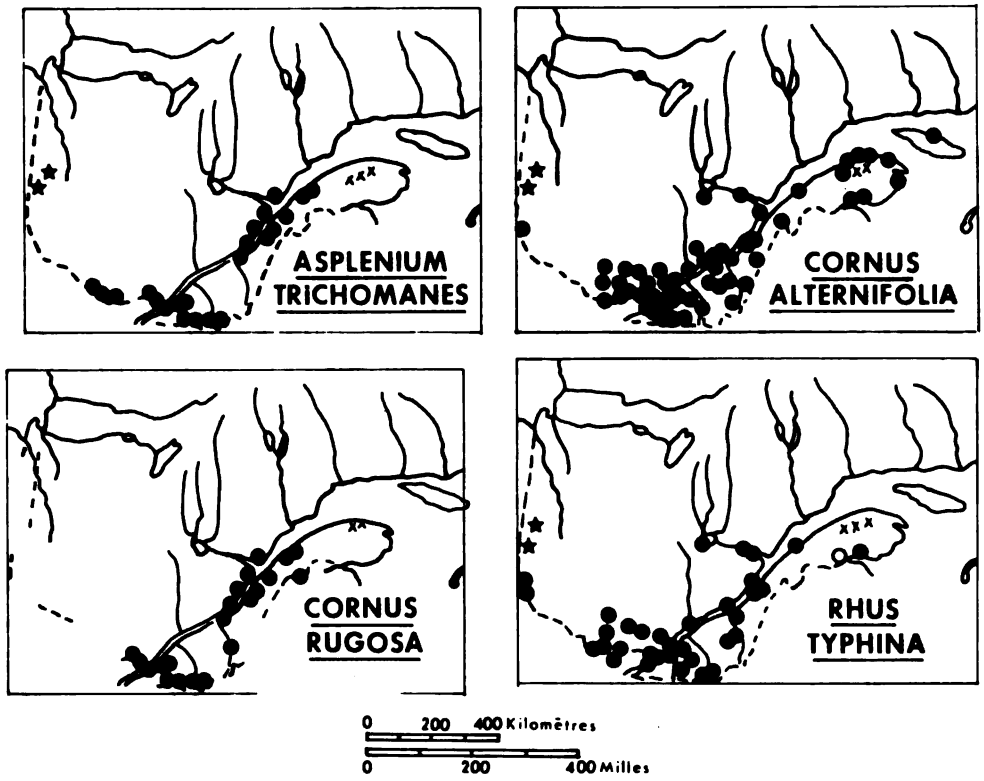


Figure 2. Espèces constituant à la fois des additions à la flore connue de l'Abitibi et des extensions d'aires vers le nord-ouest de la péninsule Québec-Labrador [cartes adaptées de Rousseau (1974)].

vers le nord-ouest de la péninsule Québec-Labrador. Ce taxon était cependant connu au Témiscamingue, puisque W. K. W. Baldwin et A. J. Breitung l'avaient récolté près de Ville-Marie, en 1952 (MT).

La présence de cet arbuste dans plusieurs types de communautés végétales, dans une forêt humide d'*Abies balsamea* et de *Fraxinus nigra*, dans une forêt de *Populus tremuloides* et d'*Acer rubrum* et dans une forêt d'*Abies balsamea* et de *Betula papyrifera*, démontre, que non seulement les habitats restreints tels que celui de l'*Asplenium trichomanes*, ont été peu étudiés, mais qu'il en est de même pour la végétation et la flore des milieux forestiers de l'Abitibi.

Cornus rugosa Lam.

Comté de Rouyn-Noranda: Mont Kekeko, forêt de *Populus tremuloides* et d'*Acer spicatum*, 1/7/1977, *G. N. Massicotte et R. G. Massicotte 77-100* (MT, CAN). (Fig. 2)

À l'instar du *Cornus alternifolia*, cette récolte de *Cornus rugosa* est une addition à la flore connue de l'Abitibi et une extension d'aire vers le nord-ouest de la péninsule Québec-Labrador. W.K.W. Baldwin avait d'ailleurs trouvé cet arbuste au Témiscamingue dans des habitats semblables (Baldwin, 1958).

Rhus typhina L.

Comté de Rouyn-Noranda: Mont Kekeko, forêt de *Populus tremuloides*, passage d'une ligne électrique et escarpement rocheux, 3/7/1977, *G. Massicotte et R. G. Massicotte, 77-276* (MT, CAN); forêt de *Populus tremuloides* accompagné de *Betula papyrifera* sur escarpement rocheux, 19/7/1978, *G. Massicotte et R. G. Massicotte s.n.* (MT, CAN); Réserve d'Aiguebelle, escarpement rocheux d'exposition ouest, 22/8/1978, *Y. Bergeron s.n.* (MT, CAN). (Fig. 2)

On n'avait pas encore trouvé cette espèce au nord du lac Témiscamingue (Rousseau, 1974) où Baldwin (1958) la considère commune à l'enclave argileuse du Témiscamingue "little clay belt". Il semble que sa faible distribution dans la plaine abitibienne s'explique par la rareté d'habitats, tels que les escarpements rocheux, propices à son développement plus que par des barrières climatiques. Rousseau (1974) établit la limite septentrionale de cette espèce sur le continent à Roberval (48°30′ N), notre récolte d'Aiguebelle (48°30′ N) correspond à cette limite.

Rubus sous-genre *Eubatus*

Comté de Rouyn-Noranda: Mont Kekeko, flanc escarpé d'une colline dominée par *Betula papyrifera*, ouest du lac Hector, 11/8/1978, *Y. Bergeron et G. N. Massicotte, s.n.* (MT, CAN).

Cette entité fait partie du sous-genre *Eubatus* dont l'absence en Abitibi avait fait écrire à Marie-Victorin, en 1935 (Marie-Victorin, 1964): «Beaucoup plus remarquables sont les substitutions d'espèces, ..., et les caractéristiques négatives comme l'absence de groupes importants, et développés ailleurs: *Oenothera, Rubus* (sous-genre Eubatus) etc.» D'autre part, Baldwin (1958) affirma que ce taxon devrait être présent à la limite sud du Témiscamingue. Ce taxon, le seul représentant des grands *Rubus* (sous-genre *Eubatus*) dans tout le territoire étudié, constitue une extension intéressante.

ESPÈCES DÉJÀ RÉCOLTÉES AU SUD ET AU NORD DE L'ABITIBI

Botrychium lanceolatum (S. G. Gmel.) Ruprecht

Comté de Rouyn-Noranda: Mont Kekeko, forêt d'*Abies balsamea* avec sous-bois d'*Alnus rugosa*, milieu humide, 24/6/1977, *A. Bouchard, L. Brouillet, G. N. Massicotte et C. Potvin, s.n.* (MT). (Fig. 3)

Cette espèce a une distribution générale sur la péninsule du Québec-Labrador (Rousseau, 1974). La présence de cette fougère en Abitibi n'est donc pas étonnante. En effet, Baldwin (1958) avait écrit: «Three more species of *Botrychium* may occur in the clay belt: *B. simplex*... *B. matricariifolium*... and *B. lanceolatum*.»

Botrychium matricariifolium A. Br.

Comté de Rouyn-Noranda: Mont Kekeko, forêt d'*Abies balsamea* avec sous-bois d'*Alnus rugosa*, milieu humide, 24/6/1977, *A. Bouchard, L. Brouillet, G. N. Massicotte et C. Potvin 77-53* (MT, CAN). (Fig. 3)

Récoltée plus au sud, dans plusieurs localités, de même que plus au nord, le long de la rivière Rupert (Rousseau, 1974), il n'est donc pas très surprenant de retrouver cette fougère aussi en Abitibi. D'ailleurs Baldwin (1958) soupçonnait cette présence pour le secteur étudié.

ESPÈCES RAREMENT RÉCOLTÉES EN ABITIBI

Chrysosplenium americanum Schwein.

Comté de Rouyn-Noranda: Réserve d'Aiguebelle, au flanc du talus, près d'un ruisseau, 12/8/1978, *Y. Bergeron s.n.* (MT, CAN). (Fig. 4)

Cette espèce n'avait été trouvé qu'une seule fois en Abitibi soit près d'Arntfield, comté de Rouyn-Noranda: «pool in low lakeshore wood, 1952, *W.K.W. Baldwin and A. J. Breitung, 278*, MT.» Le point correspondant à cette récolte sur la carte de Rousseau (1974) semblerait situé à une centaine de kilomètres trop au nord. En outre, des recherches en herbier ont permis de voir une récolte du lac Mistassini (dans l'eau d'un ruisseau, 1962, *Gaston Moisan, 8131* (QFA)). Cette récolte repousse au lac Mistassini, soit à 51° de latitude nord, la limite septentrionale de cette espèce que Rousseau (1974) situait dans le comté de Gaspé-Nord. La distribution de cette espèce est sans doute plus vaste sur le territoire de l'Abitibi que ce qui a été observé. En effet, cette plante est souvent peu remarquée des botanistes.

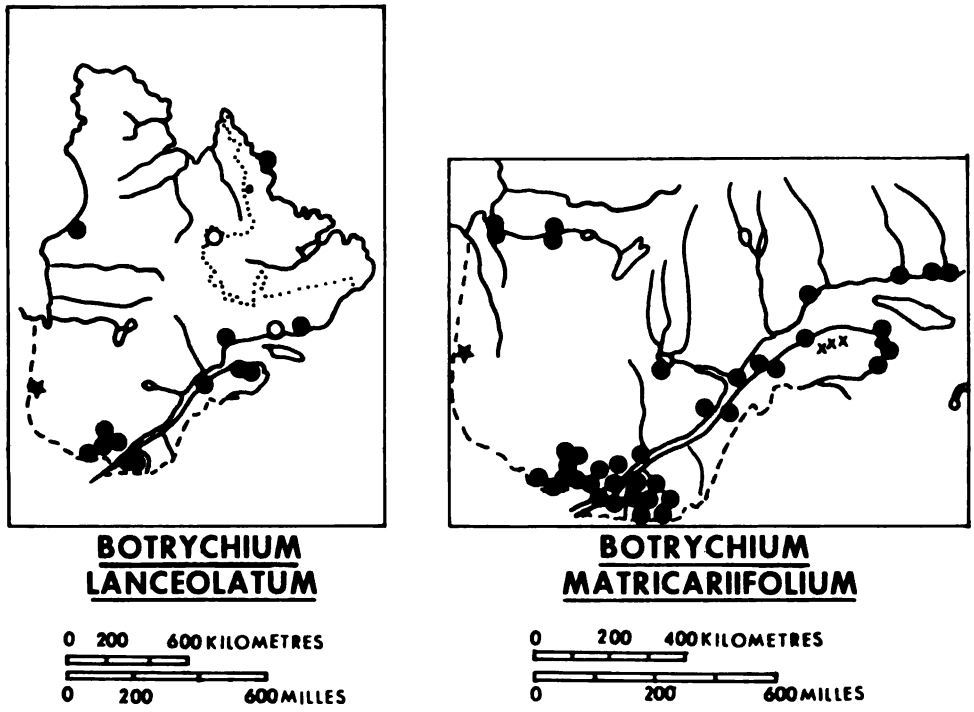


Figure 3. Espèces qui sont des additions à la flore connue de l'Abitibi mais qui avaient été cependant observées dans des régions situées au sud et au nord du secteur étudié [cartes adaptées de Rousseau (1974)]
● spécimen d'herbier; ○ mention dans la littérature;
★ spécimen présenté dans la publication.

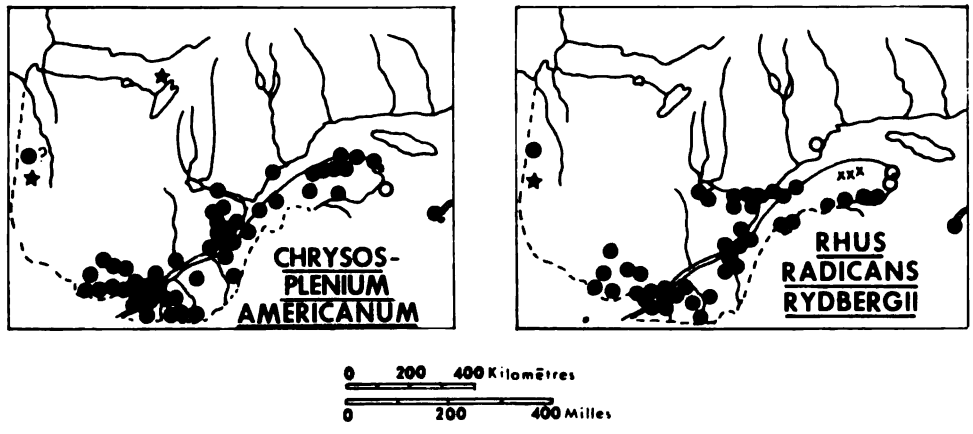


Figure 4. Seconde mention d'espèces très rarement récoltées en Abitibi [(cartes adaptées de Rousseau (1974).]
● spécimen d'herbier; ○ mention dans la littérature; ★ spécimen présenté dans la publication.

Rhus radicans L. var. *Rydbergii* (Small) Rehder

Comté de Rouyn-Noranda: Mont Kekeko, éboulis d'une falaise rocheuse, flanc sud, 13/9/1977, *G. N. Massicotte, R. G. Massicotte, C. Potvin et L. Villemure 77-275* (MT, CAN). (Fig. 4)

L'Herbe-à-la-puce n'avait été trouvée qu'une seule fois en Abitibi, à Duparquet, sur le bord du lac du même nom (21/8/1952, *W.K.W. Baldwin et A. J. Breitung 4141*, MT). Cette espèce avait été cependant observée plus au nord par A. Dutilly et E. Lepage, sur l'île du Portage, 50°44′ lat. N., dans le bassin occidental de la baie de James (Rousseau, 1974).

La géographie floristique de cette espèce a attiré l'attention de biogéographes, tels que Pierre Dansereau et Camille Laverdière. Leurs hypothèses ont été résumées par Rousseau (1974). Un meilleur inventaire de cette intéressante espèce pourra éventuellement permettre d'infirmer, de confirmer ou de préciser certaines de ces hypothèses.

Conclusion

Bien que l'Abitibi soit relativement accessible, sa végétation et sa flore ont été peu étudiées, si on en juge par les additions d'espèces telles que *Cornus alternifolia*. Des études plus approfondies, en Abitibi, permettront, sans doute, d'ajouter des données utiles à la compréhension de la flore du Québec.

Remerciements

Nous remercions les personnes suivantes pour l'aide apportée à cette recherche: M. Luc Brouillet, Mme Eva Lemaire et M. Joachim Vieth, Institut botanique de l'Université de Montréal, Mme Hoda Farid et M. Jean-Luc Verville du Département de Sciences biologiques de l'Université de Montréal, Mme R. G. Massicotte de Rouyn-Noranda, M. Bernard Boivin, Institut de recherches biosystématiques, Agriculture Canada.

Références

BALDWIN, W.K.W., 1958. Plants of the clay belt of northern Ontario and Québec. — Can. Nat. Mus., Bull. No. 156, 324 p.

GAUDREAU, L., 1972. Extensions d'aire et additions à la flore d'artige, au Québec. — Naturaliste can., 99(5): 509-514.

GAUDREAU, L. 1975. Étude phytoécologique d'un secteur de la zone boréale (les collines Tanginan, Abitibi-Ouest, Québec). — Thèse de M. Sc., Univ. Laval, Québec, 552 p.

MARIE-VICTORIN, F., 1964. Flore laurentienne, Deuxième éd. — Les Presses de l'Univ. de Montréal, Montréal, 925 p.

ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. — Les Presses de l'Univ. Laval, Québec, 799 p.

COMMUNICATIONS BRÈVES

PREMIÈRE CAPTURE DE CIVELLES D'ANGUILLE, *ANGUILLA ROSTRATA* (LESIEUR), AU LARGE DES CÔTES DANS L'ESTUAIRE MARITIME DU SAINT-LAURENT

Gérald JOHNSON et Constantin TREMBLAY

Service de biologie
Direction générale des Pêches maritimes du Québec, Québec.

Les premières civelles d'Anguille, *Anguilla rostrata* (LeSieur), provenant des eaux du golfe du Saint-Laurent furent prises, en 1945, aux embouchures des rivières Trinité et Petite Godbout (Vladykov, 1966). Ce fut, pour plusieurs années, la seule mention de captures de civelles dans le golfe, d'après Shih et al (1971). Par la suite, de telles captures ont été signalées pour la Gaspésie (Bergeron, 1972) et pour le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse (LeBlanc, 1974 et Vladykov, 1970; également des observations non publiées (Bergeron, comm. pers.) font état de prises de civelles en plusieurs endroits le long des deux rives dans l'estuaire du Saint-Laurent. Dans chacun de ces cas, il s'agit de captures faites à l'embouchure d'une rivière.

Deux civelles furent prélevées, au cours d'une mission de la Direction de la Recherche, de la Direction générale des Pêches maritimes du Québec (DGPM), visant à estimer la biomasse et à recueillir des données biométriques de différents poissons de fond dans le golfe du Saint-Laurent. Ce sont les premières civelles qui aient été capturées, dans le golfe, loin de l'embouchure d'une rivière.

Cet échantillon fut, en effet, recueilli à bord du E. P. Le Québecois le 12 mai 1978 vers 14 heures, à 1,5 mille nautique (2,8 km) de la pointe aux Anglais et à environ 6,5 milles nautiques (12 km) de l'embouchure de la rivière Pentecôte, ce qui correspond à une latitude de 49°41' et à une longitude de 67°7'. Ces deux civelles furent capturées à l'aide d'un chalut de fond, dont le maillage était de 40 mm, dans la poche terminale. Le trait de chalut a été fait à une profondeur moyenne de 67 mètres, mais il faut cependant remarquer que rien ne permet de préciser si les civelles ont été capturées sur le fond ou lors de la remontée du chalut. La température de l'eau, lors de l'échantillonnage, était de 4,5° C et de −0,6° C au fond.

Les civelles mesurent respectivement 53 et 36 mm et puisqu'aucune pigmentation dorsale ou médiolatérale n'est présente, nous pouvons affirmer que leur maturité n'a pas atteint le stade VI A1 de Strubberg (1913).

Ces spécimens sont conservés dans la collection de poissons du Service de Biologie de la Direction générale des Pêches maritimes du Québec sous le numéro 7801.

Références

BERGERON, J., 1972. Travaux sur l'Anguille. — Rapp. ann. 1970, Dir. gén. Pêches marit., Qué. Rech., 50-5A.

LEBLANC, R., 1974. Elvers observations in New Brunswick waters. — New Brunswick Department of Fisheries and Environment. Res. Dev. Brch, Rep. No. 7-74, 65 p.

SHIH, C. T., A.J.G. FIGUEIRA and E. M. GRAINGER, 1971. A Synopsis of Canadian marine zooplankton. — Bull. Fish. Res. Bd Can., 176: 1-264.

STRUBBERG, A., 1913. The metamorphosis of elvers as influences by outward conditions. — Medd. Komm. Hav. Fisk., 4(3): 1-11.

VLADYKOV, V. D., 1966. Remarks on the American eel (*Anguilla rostrata* LeSieur). Sizes of elvers entering streams: the relative abundance of adult males and females; and present economic importance of eels in North America. — Verh. and int. Ver. Limnol., 16: 1007-1017.

VLADYKOV, V. D., 1970. Elvers of the American eel *(Anguilla rostrata)* in the Maritime Provinces. Progress report No. 2: 7-31 in: Progress Reports Nos 1 to 5 of the American eel studies in Canada. — Department of Fisheries and Forestry, Industrial Development Service. Progress Report No. 32, 98 p.

OBSERVATIONS ON THE BEHAVIOUR OF THE FISHER *(MARTES PENNANTI)* IN ALGONQUIN PARK, ONTARIO

Ronald J. PITTAWAY

2099 Riverside Drive Ottawa, Ontario, K1H 7X2

Résumé

Le comportement et les habitudes alimentaires du pékan *(Martes pennanti)* furent observés durant les hivers 1974-75, 1975-76 et 1976-77, au parc provincial Algonquin, en Ontario. Les pékans étaient attirés à une mangeoire située au musée du parc. Des terriers et des caches de nourriture furent établis près de la mangeoire et des observations y furent faites le jour et la nuit.

Abstract

Winter observations on the feeding habits and other behaviour of the fisher *(Martes pennanti)* were recorded during the winters of 1974-75, 1975-76 and 1976-77 in Algonquin Provincial Park, Ontario. Fishers were attracted to a feeder at the Park Museum. Dens and food caches were established near the food source and observations were made both day and night.

Most of the literature on the fisher is based on trappers' reports, interpretation of tracks, scats, kills and the like. The following direct observations of wild fishers *(Martes pennanti)* were made during the winters of 1974-77 in Algonquin Provincial Park, Ontario. They contribute to our knowledge of this rarely seen species.

On October 21, 1975, at 12h30, a fisher was observed chasing a snowshoe hare *(Lepus americana)* near Eucalia Lake. This lake is located along Highway 60 which crosses the southern portion of Algonquin Park. The fisher crossed the highway and it was proceeding up a slope when it flushed a hare. The hare ran onto the road shoulder with the fisher in close pursuit. The hare did not appear to be travelling at top speed, but kept just ahead by 3 to 5 m. The hare and the fisher ran along the level road shoulder at least half a km before disappearing into the forest. The behaviour of the fisher before it flushed the hare suggested it may have been pursuing the hare, and/or tracking it by scent. Interestingly, in August 1974, at mid-day, Ronald G. Tozer and Sidney E. Andrews (pers. comm.) observed a fisher chasing a hare 1 km west of my observation site. They described the fisher as being exceedingly swift and agile, almost catching the hare. This hare also ran along the road shoulder, but was not followed by the fisher which may have been disturbed by traffic. De Vos (1952) and Coulter (1966) observed that the snowshoe hare is the staple food of the fisher.

At 20h00, April 7, 1976, a large fisher was studied eating suet and butcher scraps at a window feeder at the Park Museum. An outside light illuminated the feeder and observations were made as near as 1 m. The eyeshine at night was a bright, pale green. The fisher squatted low on its haunches when feeding, like a cat drinking from a shallow dish. While eating a 20 cm long piece of bone and fat, it held down a part with its left forepaw, tearing off

smaller chunks which were chewed quickly and swallowed. Swallowing was frequently accomplished by characteristically throwing back its head and bolting down its food.

During January and February, baits were often frozen solid. A large male fisher by gripping, pushing and holding with its powerful limbs and claws, could chew and grind off pieces to eat, leaving great tooth marks. This great jaw strength must certainly allow fishers to be efficient winter scavengers. In Algonquin, fishers frequently live as scavengers off mammals that have been killed by wolves *(Canis lupus)* (Pimlott *et al.*, 1969).

During February and March 1976, a large male fisher occupied two dens close to the feeder. One was under a wooden tent platform and the other under a row of trailer units. Both dens were reached by an almost vertical hole (about 1 m deep) through the snow which led underneath the structures. Urine was deposited at the entrances of both dens. These dens were used for three or four day periods, with intervals of a week or more when the fisher was absent. When a large quantity of bait was available at the feeder, the fisher would carry it off to either den site. When the fisher was in the vicinity of the feeder, the one to three martens *(Martes americana)* that regularly visited the feeder were absent. In fact, one marten had a long-established den and food cache under the trailer unit. During the fisher's occupation of the dens, martens were not seen at the feeder. However, martens would reappear shortly after the fisher left the vicinity.

Numerous observations in winter suggest that the fisher may be active at all times of the day. Fishers were occasionnally observed foraging on bright sunny days. However, the peak activity period began in late afternoon and continued through the night to about one hour after sunrise. These observations agree with those of de Vos (1952). During March 1976, the aforementioned large male fisher denned near the museum feeder for several days in succession. It was observed leaving its den on three days between 17h00 and dusk. On leaving the den, the fisher usually sat at the entrance for as long as ten minutes before departing. When startled or listening intently, fishers often cock their ears and face in the direction of interest.

Fishers were observed to be almost exclusively terrestrial. The usual mode of travel in deep snow was walking. The loping gait or walking gallop was used when travelling greater distances while hunting. The leaping gait or running jump, so typical of the marten, was used when hurrying or pursuing prey. Martens often stand upright on their hind legs to look; however, fishers were noticed to do so much less frequently. On October 31, 1975, a large fisher stood upright on its hind legs to investigate suet hanging from a wire 1,5 m above the ground. While standing and stretching upright to sniff the suet, the fisher (by waddling and shuffling) actually "walked" several centimetres on its hind legs.

Interestingly, a male and female fisher were observed climbing the same small tree to obtain a suet bait. The larger male climbed slowly and carefully and it was awkward on branches less than 6 cm in diameter. The smaller female climbed the same tree with much less difficulty and was a much more agile climber. On January 3, 1977, at mid-day, a male fisher was observed climbing a large hemlock *(Tsuga canadensis)* after it was disturbed by observers. Previously, it had been feeding on a beaver *(Castor canadensis)* carcass tied 2 m up the trunk. This large fisher also climbed

carefully and deliberately, staying close to the trunk and sitting on its haunches on the larger branches. Later, when observed from a distance, it descended the tree by climbing down headfirst much like a domestic cat does.

The only vocalizations from a fisher were heard on the above occasion when it was treed by observers and obviously annoyed by their presence. It growled at the observers from 10 m above. Its growls resembled short hissing coughs usually accompanied by quick flicks of its tail up and down or from side to side.

Acknowledgements

The writer wishes to thank Dr. C. G. van Zyll de Jong, Curator of Mammals, National Museum of Natural Sciences, Ottawa, and Daniel Strickland, Algonquin Park Naturalist, Ontario Ministry of Natural Resources for reading the manuscript. Thanks are extended to Sidney E. Andrews and Ronald G. Tozer for contributing their observation. Madeleine Pageot kindly provided the French abstract.

References

COULTER, M. W., 1966. Ecology and management of fisher in Maine. — State Univ. Coll. For. Syracuse, Ph.D. Dissertation, University Microfilms, Inc., Ann Arbor, Michigan.

DE VOS, A., 1952. The ecology and management of fisher and marten in Ontario. — Tech. Bull., Ont. Dep. Lands and Forests, 90 p.

PIMLOTT, D. H., J. A. SHANNON and G. B. KOLENOSKY, 1969. The ecology of the timber wolf in Algonquin Provincial Park. — Dep. Lands and Forests, Ontario, 92 p.

Naturaliste can., 105: 491-493 (1978).

NOTICE NÉCROLOGIQUE

Père Louis-Marie LALONDE, O.C.S.O.

16 octobre 1896 — 3 novembre 1978

Docteur ès Science (Ph. D.) de l'Université de Harvard (1928)
Docteur *Honoris causa* de l'Université Laval (1962)
Commandeur de l'Ordre du Mérite agricole (1966)

Un homme prodigieux! Telle est sans doute la façon dont on peut résumer la vie de ce savant; il a, pour reprendre l'expression de Don Fidèle Sauvageau dans son homélie dédiée à la mémoire du Père Louis-Marie, «réalisé en lui-même la synthèse de l'universitaire et du moine».

Universitaire, il l'était dans toute l'acceptation du mot; tous ceux qui l'ont connu peuvent témoigner de l'extraordinaire éventail de ses connaissances.

Après des études classiques au collège Sainte-Marie, il obtient son B. A. (Laval 1917) et rentre à la Trappe d'Oka le 17

septembre 1917. Son Supérieur du temps, Don Pacôme Gaboury, reconnaissant sans doute le potentiel de ce jeune moine, l'envoie enseigner le français (!) au cours moyen de l'Institut agricole d'Oka. Est-ce cette intervention qui fit surgir dans le religieux cette double vocation d'enseignant et de scientifique? Toujours est-il que notre moine se lance avec fougue et ferveur dans les études; il obtient sa licence en sciences naturelles (M.A.) à l'Université de Montréal en 1925 ainsi que la médaille d'argent du lieutenant-gouverneur. De là, il part à Harvard où sous la direction de M. L. Fernald, il obtient son doctorat (Ph. D.) en 1928. Au cours de la même année, il représente l'Université de Montréal au IVe congrès international de Botanique à Cambridge (Angleterre) et en profite pour s'initier à la flore du sud de ce pays. En 1930, le professeur Lalonde fait un stage d'études au Muséum d'histoire naturelle de Paris pour se rendre ensuite en Suisse et en Italie.

C'est sur cette solide base de connaissances que le Père Louis-Marie bâtit son œuvre de chercheur, d'enseignant et d'écrivain scientifique. Son incessant besoin d'activité, sa curiosité toujours en éveil, son sens très aigu de l'observation joints à une facilité d'écrire dans un style clair et plaisant sont à la source de ses recherches, de ses œuvres et de ses écrits.

Pour décrire tous ses travaux il faudrait éditer un catalogue; on ne peut que résumer ici ses réalisations les plus importantes parmi lesquelles: collection de graines, de produits et sous-produits du règne végétal, jardin d'acclimatation, mais surtout l'Herbier Louis-Marie cédé en 1962 à la Faculté d'agriculture de l'Université Laval. À cette époque l'herbier Louis-Marie comportait plus de *100 000 spécimens* et se classait quatrième *en importance* au Canada.

Le Père Louis-Marie a présenté au congrès de l'ACFAS une cinquantaine de contributions parmi lesquelles on retrouve la description de quelques-uns des 75 taxons nouveaux aux niveaux de l'espèce (15), de la variété (30) ou de la forme (36) qu'il a trouvés et décrits. Son œuvre d'écrivain scientifique ne fut pas moins impressionnante; parmi les plus importantes citons: *Le genre Trisetum en Amérique* (Sommaire de thèse 1928), *Flore-manuel de la province de Québec* (3 éditions, 1930, 1951, 1959), *Le botaniste amateur en campagne* (3 éditions de 1920 à 1953), *Hérédité-Manuel de génétique* (2 éditions, 1936, 1940), *Problèmes de biologie végétale* (1943) et diverses monographies dans la revue *Rhodora* et bien d'autres.

Tout cela ne suffit pas à apaiser sa soif de travail; chercher et publier c'est bien, encore faut-il étendre à d'autres la pratique de cet art difficile. Il fonde dans ce but, en 1926, *La Revue d'Oka* dont il est le directeur et le principal collaborateur qui offre à ses confrères et à «ses» étudiants la possibilité de s'exprimer. Sous son impulsion c'est en 1946 que *Les contributions de l'I.A.O. (Biologie et Agriculture)* voient le jour.

Homme de science, Père Louis-Marie ne croit pas déchoir en vulgarisant ses connaissances; toute initiation ayant pour but de faire connaître et aimer les sciences naturelles et l'agriculture lui semble avantageuse; il met sur pied en 1929 les cours à domicile d'agriculture de l'U.C.C. (Union catholique des cultivateurs, aujourd'hui U.P.A.) suivis des cours de Botanique par correspondance et, en 1960, les cours de Botanique par correspondance dans la *Revue de l'Instruction publique*.

Cette œuvre scientifique n'est dépassée en valeur que par le rôle d'enseignant du professeur Lalonde; il dispense à l'I.A.O. les cours de Botanique

générale et systématique, Agrostologie, Génétique pure et appliquée. Il a formé quarante générations d'étudiants et nombreux sont ceux qui lui doivent ce qu'ils ont pu accomplir dans le domaine des sciences naturelles. Il possédait à fond l'art de présenter de façon plaisante les sujets les plus arides, ajoutant ici et là un souvenir, une plaisanterie; il dessinait facilement au tableau noir (un dessin vaut cent mots disait-il) de sa main droite et, ambidextre, identifiait ses schémas de la main gauche!

Tel fut le scientifique, le chercheur, le professeur, le vulgarisateur; cependant cet effort d'aller toujours plus loin dans la découverte trouvait son origine dans une foi profonde et éclairée. Certes, au premier abord, son activité débordante, la joie de vivre qui émanait de lui, pouvaient sembler irréconciliables avec la vie monastique, mais s'il blaguait parfois, «La chaîne d'or de nos vœux», le professeur Lalonde était d'abord et avant tout le Père Louis-Marie moine cistercien. On en voit la preuve dans son attitude lors de la fermeture de l'I.A.O.: une personnalité du monde scientifique l'avait invité à se joindre à une équipe de recherche; d'autres institutions de haut savoir lui avaient offert une chaire dans leurs murs accompagnée d'alléchantes rémunérations! Sa réponse fut «Je ne suis pas entré à La Trappe pour en sortir». Après quelles luttes le scientifique s'est effacé devant le moine; même ses intimes ne l'ont jamais su.

Dans son bureau, où régnait le plus ahurissant désordre, toutes les facettes de cette forte personnalité s'effaçaient devant «l'Homme» bon et modeste, toujours prêt à aider tant sur le plan spirituel que sur le plan temporel. Que d'étudiants, de confrères, de gens du monde extérieur sont venus là pour en ressortir apaisés par ses conseils et ses encouragements, tout marqués d'une largeur d'esprit et d'une bonhomie souriante où l'on pouvait retrouver cette philosophie spéciale du religieux aussi ouvert à la science qu'à la misère humaine.

Après la fermeture de l'I.A.O. le Père Louis-Marie redescendit une fois de plus, mais pour toujours vers son monastère. Incorrigible écrivain, son talent évolua vers l'histoire du monastère et les biographies de ses frères en vie monastique. Les dernières années de sa vie, en dépit d'une santé déclinante, furent consacrées à ces activités. Il s'éteignit doucement sans plaintes et sans amertume.

Le Québec aura perdu en lui un de ses hommes de science les plus distingués, mais Père Louis-Marie a fait sa part pour assurer la relève. Pour ceux qui l'ont connu et aimé, il ne reste que des souvenirs...

Roger VAN DEN HENDE
Oka, Québec
G0N 1E0

REVUE DES LIVRES

KING, C.A.M. (éditeur), 1976. **Landforms and geomorphology (Concepts and history).** *Benchmark Papers in Geology*, vol. 28. Dowden, Hutchison & Ross Inc., Strousburg, Pennsylvania. 404 p. 18 × 26 cm. Relié, $34,00.

Cet ouvrage, le 26e de la série des *Benchmark Papers in Geology*, collection dirigée par le professeur Rhodes W. Fairbridge de New York et publiée par une des grandes maisons américaines d'édition scientifique, intéressera un grand nombre de lecteurs, en particulier les étudiants et les enseignants.

Précisons tout de suite pour ceux qui ignorent la nature des *Benchmark Papers* qu'il s'agit de textes choisis sélectionnés par une autorité reconnue dans la spécialité; textes déjà publiés qui sont photocopiés et réunis dans un même ouvrage et offerts à un prix souvent avantageux. Si la formule plaît aux uns, elle ne satisfait pas tout le monde en raison de diverses contraintes de la part de la maison d'édition et de l'arbitraire de la sélection qui reflète forcément les connaissances et les préférences de l'éditeur.

Le présent volume ressemble aux précédents. Néanmoins, il se distingue de plusieurs d'entre eux par la quantité des textes sélectionnés (46), mais aussi par la brièveté d'un grand nombre, environ 60% ayant 6 pages ou moins. La majorité des textes (76%) sont amputés souvent de plus de la moitié. Il arrive même que l'éditeur n'ait retenu qu'un bref «synopsis». Si personne ne conteste qu'il y ait certains avantages à retenir les seuls passages vraiment significatifs, on peut argumenter que les extraits sortis de leur contexte ne contiennent pas toujours en eux-mêmes tous les éléments pour une entière compréhension. Ce genre d'ouvrage est certes avantageux pour l'étudiant des premier et second cycles; pour les plus avancés et le chercheur, la formule souffre de lacunes sérieuses qu'il faudrait corriger.

Est-il nécessaire de préciser que tous les textes sont en anglais et que les rares extraits de textes dont l'original est paru dans une autre langue (allemand ou français) ont été traduits. On en comprend facilement la raison. Toutefois, cette façon de faire oriente dangereusement les étudiants vers une seule partie de la littérature scientifique, même si c'est la plus abondante dans le monde *occidental*.

L'ouvrage est divisé en deux parties fort inégales. La première portant sur l'histoire de la géomorphologie réunit 11 textes ou extraits; la seconde portant sur les principaux concepts en géomorphologie en réunit 35. Les deux parties sont précédées d'introductions d'une trentaine de pages chacune, dans lesquelles l'éditeur fait ressortir les points majeurs et brosse un tableau du sujet. La longueur des textes varie beaucoup. Dans la première partie, les textes ont entre 2 et 18 pages avec une médiane de 6; 3 textes sur 11 sont complets. Dans la seconde partie, les textes ont de 1 à 13 pages avec une médiane de 5½; 8 textes sur 35 sont complets. L'âge des textes est aussi assez varié. Dans la première partie les textes couvrent la période allant de 1802 à 1909; dans la seconde, ils couvrent la période allant de 1935 à 1973 avec 20 textes postérieurs à 1960.

Cet ouvrage de bonne qualité technique, en général, constitue évidemment un livre de référence pour des lectures choisies. Il offre l'avantage de mettre à la portée de la main des écrits significatifs sur l'histoire et l'évolution des concepts en géomorphologie. L'éditeur nous fait bénéficier de sa vaste expérience et de son autorité incontestée dans un domaine relativement dynamique des sciences de la Terre. Son choix de textes ne plaira peut-être pas à tous, mais il permettra au moins de connaître les principaux travaux avec lesquels l'étudiant et le maître doivent se familiariser. À tous ceux qui en ont les moyens, l'achat de cet ouvrage constitue un bon investissement même si le prix paraît un peu élevé.

Jean-Claude DIONNE

Environnement Canada, Québec

PIVETEAU, J., J.-P. LEHMAN et C. DECHASEAUX, avec la collaboration de E. GENET-VARCIN et B. LANGE-BADRE, 1978. **Précis de paléontologie des vertébrés.** Masson, Paris. 688 p., 638 fig. 16 × 24 cm. Cartonné-toile, 170 FF.

La Librairie Masson vient de publier un nouveau volume: *Précis de paléontologie des vertébrés*. Les noms des auteurs constituent déjà une garantie de la qualité de cet ouvrage qui comprend neuf grandes divisions: 1 – Généralités, 2 – Les agnathes, 3 – Les poissons gnathostomes, 4 – Les amphibiens, 5 – Les reptiles sauropridés, 6 – Les oiseaux, 7 – Les reptiles mammaliens, 8 –

Les mammifères, 9 – La paléontologie preuve de l'évolution.

Jean Piveteau est particulièrement bien connu comme auteur (en collaboration avec Marcel Boule) d'un volume intitulé: *Les Fossiles — Éléments de paléontologie*, 899 pages, publié en 1935, et par plusieurs autres travaux. Plus récemment, il s'est mis en évidence en dirigeant la publication d'un *Traité de paléontologie*, comprenant sept tomes (10 volumes), donc, une œuvre colossale, une vraie bible du paléontologiste, et couvrant l'ensemble des invertébrés et des vertébrés. Dans ce Traité, les tonnes 4 à 7 incl. sont consacrés à l'étude des vertébrés et forment un ensemble de plus de 5500 pages. Le *Précis de paléontologie des vertébrés*, pour sa part, comprend 677 pages abondamment illustrées et d'une belle tenue typographique. Cet ouvrage est en quelque sorte un résumé pratique des œuvres déjà publiées sous la direction de J. Piveteau, et mis à la portée de tous ceux que le sujet intéresse, qu'ils soient paléontologistes, géologues ou biologistes, ou tout simplement captivés par le problème de la vie.

Depuis un certain nombre d'années, des formes nouvelles ont été trouvées et bien des conceptions ont dû être changées par la suite. Les auteurs de ce livre en ont tenu compte, et leur texte reflète le souci constant qu'ils ont eu de se tenir à la fine pointe des progrès réalisés dans le domaine de la paléontologie des vertébrés. Ce Précis vient vraiment combler une lacune dans les livres d'enseignement.

Comme le dit l'un des auteurs (J. P.): «Ce livre n'a pas la prétention de traiter à fond tous ces importants problèmes — considérés dans cet ouvrage —. Il souhaiterait éveiller l'intérêt pour le déroulement des grands événements de l'histoire de la vie, et, chez quelques lecteurs tout au moins, le désir d'en approfondir la connaissance».

René BUREAU

Département de géologie
Université Laval, Québec

WARDLOW, I. F. et J. P. PASSIOURA (éditeurs), 1976. **Transport and transfer processes in plants**. Academic Press, New York. 486 p. 15 × 23 cm. Relié, $21,50.

Ce livre est un compte-rendu d'un symposium tenu en décembre 1975 à Canberra, Australie, sous les auspices de la Coopération scientifique et technique entre l'Australie et les États-Unis.

Dans la préface, les éditeurs précisent les objectifs du congrès qui a réuni une centaine de *scientifiques travaillant* activement sur les pro*blèmes reliés au transport* ou à la distribution *ns les plantes de* diverses substances. Ce domaine de la physiologie végétale est sans aucun doute celui dans lequel l'on rencontre le plus d'hypothèses, de théories divergentes et aussi de confusion. Des progrès considérables dans l'avancement des connaissances ont eu lieu au cours des dernières années. Le symposium a donc permis aux participants des échanges très fructueux de points de vue et de techniques qui aideront les chercheurs à faire un jour la lumière sur les nombreux problèmes non encore résolus.

Les communications, au nombre de 38, sont regroupées sous trois thèmes: (1) *Transport à courte distance*. Cette section comprend 18 chapitres. Le cadre de cette recension ne permet pas de rendre compte de chaque article. Pour le bénéfice des lecteurs nous signalons parmi les sujets qui ont retenu notre attention: transport intercellulaire via les plasmodesmes; les cellules de transfert; le transport symplastique des ions dans la racine; le mouvement des photosynthats chez les plantes C_4; le transport de l'auxine; le chargement des assimilats dans le phloème; le transport des ions dans les cellules de garde. (2) *Transport à longue distance*. Douze chapitres sont inclus dans cette section. Mentionnons les sujets suivants: le transport de l'eau dans la plante: perspective actuelle; approches histochimiques des composés hydrosolubles; distribution des protéines P dans les tubes criblés matures; mouvement du virus de la mosaïque du tabac; translocation chez les feuilles de maïs. (3) *Intégration des systèmes*. Cette section regroupe huit chapitres. Citons quelques sujets: contrôle du mouvement de l'eau dans la plante; transport des métabolites, sous la direction de certaines phytohormones; mobilisation des substances carbonées et azotées dans les organes des légumineuses. Chaque section est suivie d'un sommaire et d'une discussion.

Les connaissances sur la mobilisation des substances nutritives ont certes un très grand intérêt dans la compréhension du fonctionnement des plantes. Mais cet intérêt déborde dans de nombreux secteurs de la production végétale, notamment l'amélioration des plantes, la phytopathologie, la malherbologie, l'entomologie. Les chercheurs et étudiants gradués œuvrant dans ces disciplines de même qu'en anatomie, physiologie et biochimie végétales trouveront dans ce livre des connaissances à jour, des références très nombreuses et, sans doute, une source d'inspiration pour des travaux à accomplir.

Enfin, il convient de féliciter les éditeurs pour la présentation très soignée des contributions de ce symposium.

H. P. THERRIEN

Département *de phytologie*
Université Laval, Québec

VOLUME 105, 1978

LE NATURALISTE CANADIEN

Fondé en 1868 par l'abbé Léon Provancher

PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC

SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 105

Numéro 1

MAGNIN, Étienne et Anne-Marie CLÉMENT. Croissance, reproduction et régime alimentaire des touladis *Salvelinus namaycush* (Walbaum) du nord du Québec 1-17

PINEL-ALLOUL, Bernadette et Étienne MAGNIN. Zooplancton d'une tourbière réticulée du territoire de la baie de James 19-35

MULLIGAN, Gerald A. et Douglas R. LINDSAY. *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce* in Canada 37-40

BOUCHARD, Claude J., Dominique DOYON et Camille GERVAIS. Étude comparative de trois chénopodes adventices dans les cultures de la région de Québec: *Chenopodium album* L., *C. ficifolium* Smith et *C. glaucum* L. 41-50

COMMUNICATIONS BRÈVES:

BISAILLON, André et Jean PIÉRARD. Albinisme chez une mouffette rayée *(Mephitis mephitis,* Schreber) 51-52

SLOTERDIJK, Harm H. Extension d'aire de la répartition géographique de l'esturgeon noir, *Acipenser oxyrhynchus* Mitchill, dans le fleuve Saint-Laurent au Québec 53-54

GORDON, David, Neil A. CROLL et Manfred E. RAU. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 1. Les parasites des poissons et des mammifères de la région de Schefferville 55

RAU, Manfred, Jamie DOYLE et David GORDON. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 2. Les parasites des grenouilles et des serpents de la région de l'île Perrot ... 56-57

FRÉCHETTE, Jean-Louis. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 3. Les helminthes de la barbotte brune, *Ictalurus nebulosus* dans la région du fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents 58

RAU, Manfred, E., Maria S. SHAAR et Rhonda MARKELL. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 4. Les helminthes du carouge à épaulettes *(Agelaius phoeniceus)* de la région sud-ouest du Québec 58-59

REVUE DES LIVRES 61-62

Numéro 2

McALLISTER, Don E. et C. Lavett SMITH. Mensurations morphologiques, dénombrements méristiques et taxonomie du Coelacanthe, *Latimeria chalumnae* 63-76

VINCENT, B., G. VAILLANCOURT et S. McMURRAY. Première mention de *Psammoryctides barbatus* (Grube) (Annelida; Oligochaeta) en Amérique du Nord et note sur sa distribution dans le haut estuaire du Saint-Laurent 77-80

GAGNON, J. D. 50 ans de croissance périodique dans les plantations d'épinette blanche établies à Grand-Mère, Québec, sur des sols sablonneux 81-87

MAGNIN, Étienne, Eugenia MURAWSKA et Anne-Marie CLÉMENT. Régime alimentaire de sept poissons littoraux de la Grande Anse de l'île Perrot, sur le lac Saint-Louis, près de Montréal, Québec 89-101

BEAUMONT, G., R. BASTIN et H. P. THERRIEN. Effets physiologiques de l'atrazine à doses sublétales sur *Lemna minor* L. III. Influence sur les protéines solubles et les acides nucléiques 103-113

COMMUNICATIONS BRÈVES

GRANDTNER, Miroslav M. *Diapensia lapponica* L. var. *lapponica* dans le massif de Saint-Urbain, Charlevoix-ouest, Québec 115-116

De REPENTIGNY, Léo-Guy. Nouvelle station de *Podophyllum peltatum* L. au Québec 117

De REPENTIGNY, Léo-Guy. Extension d'aire : *Malaxis monophyllos* var. *brachypoda* (Gray) F. Morris 117-118

REVUE DES LIVRES 119-124

Numéro 3

CLOUTIER, Louise et P. P. HARPER. Les Chironomidae Tanypodinae (diptères) de ruisseaux des Laurentides 125-135

LEGENDRE, Pierre et Annette BEAUVAIS. Niches et associations de poissons des lacs de la Radissonie québécoise 137-158

HEINRICH, Gerd H. Synopsis of Nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae, with particular reference to the Northeastern Region (Hymenoptera). Supplement 6 159-168

COLLINS, Michael A. J. Experiments on the hatching period of the eggs of the lumpfish *Cyclopterus lumpus* L. in Newfoundland waters 169-171

ROUSSEL, Jean-Pierre. Étude chronologique du pouvoir morphogénétique de JH-I chez *Locusta migratoria* 173-176

LEMIEUX, Serge. Les oiseaux de la réserve nationale de faune du cap Tourmente, Québec 177-193

RICHARD, Pierre. Aires ombrothermiques des principales unités de végétation du Québec .. 195-207

COMMUNICATIONS BRÈVES :

LESAGE, Laurent et Donald P. SCHWERT. Premières récoltes de vers de terre (Oligochaeta : Lumbricidae) sur la rive nord du Saint-Laurent (Québec) 209-211

LEPAGE, Ernest. *Hieracium sagittatum* (Lindebg.) Dahlst. au Canada 213

LEPAGE, Ernest. Additions à la flore du Bas-Saint-Laurent 214-215

BARABE, Denis, Normand CORNELLIER et Daniel SOULIER. *Gentiana crinita* Froel. dans le comté de Saint-Jean, Québec 217-218

REVUE DES LIVRES 219-222

ERRATUM : MULLIGAN, G. A. and D. R. LINDSAY. *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce* in Canada 222

Numéro 4

MAIRE, Alain, Claude TESSIER et Luce PICARD. Analyse écologique des populations *larvaires de moustiques* (Diptera : Culicidae) des zones riveraines du fleuve Saint-*Laurent, Québec* 225-241

LEGENDRE, Louis et Yvan SIMARD. Dynamique estivale du phytoplancton dans l'estuaire de la baie de Rupert (baie de James) 243-258

CESCAS, M. P. Table interprétative de la mesure du pH des sols du Québec par quatre méthodes différentes 259-263

LÉTOURNEAU, L. et M. P. CESCAS. Chimie des résidus de l'arsenic appliqué à des vergers du Québec 265-276

BRETON-PROVENCHER, M. et A. CARDINAL. Les algues marines benthiques des baies de James et d'Hudson: état actuel des connaissances et nouvelles données sur les parties méridionales de ces régions 277-284

BEAUDRY, Jean R. Études sur les *Solidago* L. XII. Hybridation entre deux espèces sympatriques, *S. purshii* et *S. rugosa* 285-290

MULLIGAN, Gerald A. and Bonny E. JUNKINS. The taxonomic rank of Rydberg's poison ivy 291-293

COMMUNICATION BRÈVES:

KOTT, Edward. A report of the blueback herring *(Alosa aestivalis)* from Prince Edward Island 295-296

MULLIGAN, Gerald A. *Barbarea stricta* Andrz., a new introduction to Québec 297-298

REVUE DES LIVRES 299-300

Numéro 5

PAGE, Gladys et Étienne MAGNIN. Quelques aspects de la biologie du méné à nageoires rouges *Notropis cornutus* (Mitchill) d'un lac des Laurentides au Québec 301-308

SALTER, R. E. and R. J. HUDSON. Habitat utilization by feral horses in western Alberta 309-321

WEISS, M. J., C. C. LOAN and R. N. WILLIAMS. Euphorine parasitism of *Stelidota geminata* (Say) (Coleoptera: Nitudulidae) with description of a new species of *Microctonus* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae) 323-326

BARRON, J. R. Systematics of the world Eucerotinae (Hymenoptera, Ichneumonidae). Part II: Non-nearctic species 327-374

POULET, S. A., D. COSSA et M. MORISSETTE. Échantillonneur de grand volume d'eau pour l'étude pluridisciplinaire du seston 375-382

BOUCHARD, André et Paul F. MAYCOCK. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois 383-415

LANGLOIS, C. Gilles et J.-André FORTIN. Absorption of phosphorus (^{32}P) by excised ectomycorrhizae of balsam fir *Abies balsamea* (L.) Mill. from low concentrations of $H_2PO_4^-$ 417-424

COMMUNICATIONS BRÈVES:

CHÊNEVERT, R., R. PAQUIN et J.-M. PERRON. Action antijuvénilisante du précocène I sur *Schistocerca gregaria* (Forsk.) 425-427

THOMPSON, Patsy-Ann and William THRELFALL. The metazoan parasites of two species of fish from the Port-Cartier — Sept-Îles Park, Québec 429-431

LAPIERRE, Louis. Albinisme chez les rats musqués *(Ondatra zibethicus)* au Nouveau-Brunswick 433

REVUE DES LIVRES 435-436

Numéro 6

POTVIN, François. Deer and browse distribution by cover type in the Cherry River wintering area, Québec 437-444

WILHELMSON, Martin, R. Kumar JUNEJA and Sven BENGTSSON. Lack of polymorphism in certain blood proteins and enzymes of European and Canadian moose (Alces alces) 445-449

JOYAL, R., R. RIVARD et J. VALLÉE. L'évaluation de méthodes d'immobilisation d'orignaux en liberté pour études télémétriques 451-456

VÉZINA, Bernard P. Comparaison entre la méthode au biuret et le réfractomètre pour le dosage des protéines sériques chez le homard et chez le crabe tourteau 457-460

TÉTREAULT, J. P., B. BERNIER and J. A. FORTIN. Nitrogen fertilization and mycorrhizae of balsam fir seedlings in natural stands 461-466

STEIN, Jean et André P. PLAMONDON. Calibration de l'atmomètre Bellani par la méthode de Penman, Luceville, Québec 467-471

POULIN, G., G. BOURQUE, S. EID et K. JANKOWSKI. Composition chimique de *Salicornia europaea* L. 473-478

BERGERON, Y., A. BOUCHARD, G. N. MASSICOTTE. Additions à la flore de l'Abitibi, Québec 479-484

COMMUNICATIONS BRÈVES:

JOHNSON, Gérald et constantin TREMBLAY. Première capture de civelles d'anguille, *Anguilla rostrata* (LeSieur), au large des côtes dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent 485-486

PITTAWAY, Ronald J. Observations on the behaviour of the fisher *(Martes pennanti)* in Algonquin Park, Ontario 487-489

NOTICE NÉCROLOGIQUE:

Van Den HENDE, Roger. Père Louis-Marie Lalonde (1896-1978) 491-493

REVUE DES LIVRES 495-496

SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 105 ..... I-IV
INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES ..... V-VIII

INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES

BARABÉ, Denis, Normand CORNELLIER et Daniel SOULIER. *Gentiana crinita* Froel. dans le comté de Saint-Jean, Québec 217-218

BARRON, J. R. Systematics of the world Eucerotinae (Hymenoptera, Ichneumonidae). Part II: Non-nearctic species 327-374

BASTIN, R. Voir G. BEAUMONT 103-113

BEAUDRY, Jean R. Études sur les *Solidago* L. XII. Hybridation entre deux espèces sympatriques, *S. purshii* et *S. rugosa* 285-290

BEAUMONT, G., R. BASTIN et H. P. THERRIEN. Effets physiologiques de l'atrazine à doses sublétales sur *Lemna minor* L. III. Influence sur les protéines solubles et les acides nucléiques 103-113

BEAUVAIS, Annette. Voir Pierre LEGENDRE 137-158

BENGTSSON, Sven. Voir Martin WILHELMSON 445-449

BERGERON, Y., A. BOUCHARD et G. N. MASSICOTTE. Additions à la flore de l'Abitibi, Québec 479-484

BERNIER, B. Voir J. B. TETREAULT 461-466

BISAILLON, André et Jean PIERARD. Albinisme chez une mouffette rayée (*Mephitis mephitis*, Schreber) 51-52

BOUCHARD, André et Paul F. MAYCOCK. Les forêts décidues et mixtes de la région appalachienne du sud québécois 383-415

BOUCHARD, A. Voir Y. BERGERON 479-484

BOUCHARD, Claude J., Dominique DOYON et Camille GERVAIS. Étude comparative de trois chénopodes adventices dans les cultures de la région de Québec: *Chenopodium album* L., *C. ficifolium* Smith et *C. glaucum* L. 41-50

BOURQUE, G. Voir G. POULIN 473-478

BRETON-PROVENCHER, M. et A. CARDINAL. Les algues marines benthiques des baies de James et d'Hudson: état actuel des connaissances et nouvelles données sur les parties méridionales de ces régions 277-284

CARDINAL, A. Voir M. BRETON-PROVENCHER 277-284

CESCAS, M. P. Table interprétative de la mesure du pH des sols du Québec par quatre méthodes différentes 259-263

CESCAS, M. P. Voir L. LÉTOURNEAU 265-276

CHÊNEVERT, R., R. PAQUIN et J.-M. PERRON. Action antijuvénilisante du précocène I sur *Schistocerca gregaria* (Forsk.) 425-427

CLÉMENT, Anne-Marie. Voir Étienne MAGNIN 1-17

CLÉMENT, Anne-Marie. Voir Étienne MAGNIN 89-101

CLOUTIER, Louise et P. P. HARPER. Les Chironomidae Tanypodinae (diptères) de ruisseaux des Laurentides 125-135

COLLINS, Michael A. J. Experiments on the hatching period of the eggs of the lumpfish *Cyclopterus lumpus* L. in Newfoundland waters 169-171

CORNELLIER, Normand. Voir Denis BARABÉ 217-218

COSSA, D. Voir S. A. POULET 375-382

CROLL, Neil A. Voir David GORDON 55

De REPENTIGNY, Léo-Guy. Nouvelle station de *Podophyllum peltatum* L. au Québec 117

De REPENTIGNY, Léo-Guy. Extension d'aire: *Malaxis monophyllos* var. *brachypoda* (Gray) F. Morris 117-118

DOYLE, Jamie. Voir Manfred RAU 56-57

DOYON, Dominique. Voir Claude J. BOUCHARD 41-50

EID, S. Voir G. POULIN 473-478

FORTIN, J.-André. Voir C. Gilles LANGLOIS 417-424

FORTIN, J. A. Voir J. P. TÉTREAULT 461-466

FRÉCHETTE, Jean-Louis. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 3. Les helminthes de la barbotte brune, *Ictalurus nebulosus* dans la région du fleuve Saint-Laurent et ses principaux affluents 58

GAGNON, J. D. 50 ans de croissance périodique dans les plantations d'épinette blanche établies à Grand-Mère, Québec, sur des sols sablonneux 81-87

GERVAIS, Camille. Voir Claude J. BOUCHARD 41-50

GORDON, David, Neil A. CROLL et Manfred E. RAU. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 1. Les parasites des poissons et des mammifères de la région de Schefferville 55

GORDON, David. Voir Manfred RAU 56-57

GRANDTNER, Miroslav M. *Dispensia lapponica* L. var. *lapponica* dans le massif de Saint-Urbain, Charlevoix-ouest, Québec 115-116

HARPER, P. P. Voir Louise CLOUTIER 125-135

HEINRICH, Gerd H. Synopsis of Nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae, with particular reference to the Northeastern Region (Hymenoptera). Supplement 6 159-168

HUDSON, R. J. Voir R. E. SALTER 309-321

JANKOWSKI, K. Voir G. POULIN 473-478

JOHNSON, Gérald et Constantin TREMBLAY. Première capture de civelles d'anguille, *Anguilla rostrata* (LeSieur), au large des côtes dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent 485-486

JOYAL, R., G. RIVARD et J. VALLÉE. L'évaluation de méthodes d'immobilisation d'orignaux en liberté pour études télémétriques 451-456

JUNKINS, Bonny E. Voir Gerald A. MULLIGAN 291-293

JUNEJA, R. Kumar. Voir Martin WILHELMSON 445-449

KOTT, Edward. A report of the blueback herring *(Alosa aestivalis)* from Prince Edward Island 295-296

LAPIERRE, Louis. Albinisme chez les rats musqués *(Ondatra zibethicus)* au Nouveau-Brunswick 433

LANGLOIS, C. Gilles et J.-André FORTIN. Absorption of phosphorus (^{32}P) by excised ectomycorrhizae of balsam fir [*Abies balsamea* (L.) Mill.] from low concentrations of $H_2PO_4^-$ 417-424

LEGENDRE, Louis et Yvan SIMARD. Dynamique estivale du phytoplancton dans l'estuaire de la baie de Rupert (baie de James) 243-258

LEGENDRE, Pierre et Annette BEAUVAIS. Niches et associations de poissons des lacs de la Radissonie québécoise 137-158

LEMIEUX, Serge. Les oiseaux de la réserve nationale de faune du cap Tourmente, Québec .. 177-193

LEPAGE, Ernest. *Hieracium sagittatum* (Lindebg.) Dahlst. au Canada 213

LEPAGE, Ernest. Additions à la flore du Bas-Saint-Laurent 214-215

LESAGE, Laurent et Donald P. SCHWERT. Premières récoltes de vers de terre (Oligochaeta: Lumbricidae) sur la rive nord du Saint-Laurent (Québec) 209-211

LÉTOURNEAU, L. et M. P. CESCAS. Chimie des résidus de l'arsenic appliqué à des vergers du Québec 265-276

LINDSAY, Douglas R. Voir Gerald A. MULLIGAN 37-40

LOAN, C. C. Voir M. J. WEISS 323-326

MAGNIN, Étienne et Anne-Marie CLÉMENT. Croissance, reproduction et régime alimentaire des touladis *Salvelinus namaycush* (Walbaum) du nord du Québec 1-17

MAGNIN, Étienne. Voir Bernadette PINEL-ALLOUL 19-35

MAGNIN, Étienne, Eugenia MURAWSKA et Anne-Marie CLÉMENT. Régime alimentaire de sept poissons littoraux de la Grande Anse de l'île Perrot, sur le lac Saint-Louis, près de Montréal, Québec 89-101

MAGNIN, Étienne. Voir Gladys PAGÉ 301-308

MAIRE, Alain, Claude TESSIER et Luce PICARD. Analyse écologique des populations larvaires de moustiques (Diptera: Culicidae) des zones riveraines du fleuve Saint-Laurent, Québec 225-241

MARKELL, Rhonda. Voir Manfred E. RAU 58-59

MASSICOTTE, G. N. Voir Y. BERGERON 479-484

MAYCOCK, Paul F. Voir André BOUCHARD 383-415

MORISSETTE, M. Voir S. A. POULET 375-382

MULLIGAN, Gerald A. and Douglas R. LINDSAY. *Euphorbia* subgenus *Chamaesyce* in Canada 37-40

ERRATUM: 222

MULLIGAN, Gerald A. and Bonny E. JUNKINS. The taxonomic rank of Rydberg's poison ivy 291-293

MULLIGAN, Gerald A. *Barbarea stricta* Andrz., a new introduction to Québec 297-298

MURAWSKA, Eugenia. Voir Étienne MAGNIN 89-101

McALLISTER, Don E. et C. Lavett SMITH. Mensurations morphologiques, dénombrements méristiques et taxonomie du Coelacanthe, *Latimeria chalumnae* 63-76

McMURRAY, S. Voir B. VINCENT 77-80

PAGÉ, Gladys et Étienne MAGNIN. Quelques aspects de la biologie du méné à nageoires rouges *Notropis cornutus* (Mitchill) d'un lac des Laurentides au Québec 301-308

PAQUIN, R. Voir R. CHÊNEVERT 425-427

PERRON, J.-M. Voir R. CHÊNEVERT 425-427

PICARD, Luce. Voir Alain MAIRE 225-241

PIÉRARD, Jean. Voir André BISAILLON 51-52

PINEL-ALLOUL, Bernadette et Étienne MAGNIN. Zooplancton d'une tourbière réticulée du territoire de la baie de James 19-35

PITTAWAY, Ronald J. Observations on the behaviour of the fisher *(Martes pennanti)* in Algonquin Park, Ontario 487-489

PLAMONDON, A. P. Voir Jean STEIN 467-471

POTVIN, François. Deer and browse distribution by cover type in the Cherry River wintering area, Québec 437-444

POULET, S. A., D. COSSA et M. MORISSETTE. Échantillonneur de grand volume d'eau pour l'étude pluridisciplinaire du seston 375-382

POULIN, G., G. BOURQUE, S. EID et K. KANKOWSKI. Composition chimique de *Salicornia europaea* L. 473-478

RAU, Manfred E. Voir Gordon DAVID 55

RAU, Manfred E., Jamie DOYLE et David GORDON. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 2. Les parasites des grenouilles et des serpents de la région de l'île Perrot 56-57

RAU, Manfred E., Maria A. SHAAR et Rhonda MARKELL. Les parasites des animaux sauvages du Québec. 4. Les helminthes du carouge à épaulettes *(Agelaius phoeniceus)* de la région sud-ouest du Québec 58-59

RICHARD, Pierre. Aires ombrothermiques des principales unités de végétation du Québec 195-207

RIVARD, G. Voir R. JOYAL 451-456

ROUSSEL, Jean-Pierre. Étude chronologique du pouvoir morphogénétique de JH-I chez *Locusta migratoria* 173-176

SALTER, R. E. and R. J. HUDSON. Habitat utilization by feral horses in western Alberta 309-321

SCHWERT, Donald E. Voir Laurent LESAGE 209-211

SHAAR, Maria S. Voir Manfred E. RAU 58-59

SIMARD, Yvan. Voir Louis LEGENDRE 243-258

SLOTERDIJK, Harm H. Extension d'aire de la répartition géographique de l'esturgeon noir, *Acipenser oxyrhynchus* Mitchill, dans le fleuve Saint-Laurent au Québec 53-54

SMITH, C. Lavett. Voir Don E. McALLISTER 63-76

SOULIER, Daniel. Voir Denis BARABÉ 217-218

STEIN, Jean et A. P. PLAMONDON. Calibration de l'atmomètre Bellani par la méthode de Penman, Luceville, Québec 467-471

TESSIER, Claude. Voir Alain MAIRE 225-241

TÉTREAULT, J. P., B. BERNIER et J.-A. FORTIN. Nitrogen fertilization and mycorrhizae of balsam fir seedlings in natural stands 461-466

THERRIEN, H. P. Voir G. BEAUMONT 103-113

THOMPSON, Patsy-Ann and William THRELFALL. The metazoan parasites of two species of fish from the Port-Cartier — Sept-Îles Park, Québec 429-431

THRELFALL, William. Voir Patsy-Ann THOMPSON 429-431

TREMBLAY, Constantin. Voir Gérald JOHNSON 485-486

VAILLANCOURT, G. Voir B. VINCENT 77-80

VALLÉE, J. Voir R. JOYAL 451-456

Van den HENDE, Roger. Notice nécrologique. Père Louis-Marie LALONDE (1896-1978) 491-493

VÉZINA, Bernard P. Comparaison entre la méthode au biuret et le réfractomètre pour le dosage des protéines sériques chez le homard et chez le crabe tourteau 457-460

VINCENT, B., G. VAILLANCOURT et S. McMURRAY. Première mention de *Psammoryctides barbatus* (Grube) (Annelida: Oligochaeta) en Amérique du Nord et note sur sa distribution dans le haut estuaire du Saint-Laurent 77-80

WEISS, M. J., C. C. LOAN and R. N. WILLIAMS. Euphorine parasitism of *Stelidota geminata* (Say) (Coleoptera: Nitudulidae) with description of a new species of *Microctonus* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae) 323-326

WILHELMSON, Martin, R. Rumar JUNEJA and Sven BENGTSSON. Lack of polymorphism in certain blood proteins and enzymes of european and canadian moose *(Alces alces)* 445-449

WILLIAMS, R. N. Voir M. J. WEISS 323-326

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

On peut soumettre au Naturaliste canadien des *articles inédits*, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée, de la taxonomie, de la morphologie ou des sciences de la terre. Tout manuscrit sera jugé en fonction de l'originalité des résultats et de l'interprétation. Les revues thématiques ne seront acceptées que si elles donnent lieu à d'importantes généralisations scientifiques. Des *articles courts* (maximum de quatre pages dans la revue) peuvent être acceptés comme "Communications brèves" s'ils découlent d'une recherche de qualité.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21.5 X 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction.

Les éléments du manuscrit sont les suivants : (1) le titre ; (2) le nom de l'auteur ; (3) le nom et l'adresse de l'institution à laquelle appartient l'auteur ; (4) un titre courant d'un maximum de 60 lettres et espaces (sur une page séparée) ; (5) les résumés français et anglais (maximum de 300 mots) ; (6) le texte ; (7) sur des feuilles séparées, les tableaux (numérotés en chiffres romains), les légendes des figures (numérotées en chiffres arabes) et les références bibliographiques.

TEXTE

La Direction de la revue recommande le plan suivant : introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusion, remerciements et références bibliographiques.

On tiendra compte des remarques suivantes : (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques ; (2) les notes inframarginales devront être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement ; (3) pour les unités de mesure, on utilisera de préférence le système métrique, (4) on évitera les appendices, et d'ailleurs la Direction de la revue ne s'engage pas à en publier plus d'une page.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elles seront indiquées dans le texte par le nom de l'auteur et l'année de publication. Dans la *liste*, à la fin du manuscrit, elles seront citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant des exemples suivants :

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. *In* : D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Les titres des périodiques devront être abrégés suivant la "World List of Scientific Periodicals" (édition de 1963).

ILLUSTRATIONS

La Direction de la revue limite ses frais de clichage à deux clichés par manuscrit ; tous les clichés additionnels seront à la charge de l'auteur.

Les photographies devront être tirées sur papier glacé et fortement contrastées. On regroupera, autant que possible, les photographies sur une même planche, en les collant sur un carton rigide, sans oublier de les numéroter proprement et lisiblement au coin droit. Trois séries de photographies sont requises.

Les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage devra être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1.5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12.5 x 20 cm, légende comprise.

On présentera la liste des légendes sur une page séparée. On indiquera cependant à l'endos des photographies et des dessins le nom de l'auteur et le numéro de figure.

ÉPREUVES ET TIRAGES-À-PART

Les auteurs recevront une série d'épreuves, en même temps qu'un bon de commande pour les tirages-à-part. L'un et l'autre devront être retournés dans les plus brefs délais.